

**PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN SISTEM KENDALI FUZZY
KECEPATAN MOTOR DC SEBAGAI MODUL ROBOTIKA**

TUGAS AKHIR SKRIPSI

Diajukan kepada Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan



Oleh :
Ulfina Diniyanti
NIM. 11518244013

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MEKATRONIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2018**

PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN SISTEM KENDALI FUZZY KECEPATAN MOTOR DC SEABAGAI MODUL ROBOTIKA

Oleh:

Ulfina Diniyanti
NIM 11518244013

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui: (1) unjuk kerja media sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC yang dikembangkan dalam penelitian, (2) tingkat kelayakan media berdasarkan ahli media pembelajaran dan ahli materi pembelajaran sebagai modul robotika, (3) tingkat kelayakan media berdasarkan menurut peserta didik Program Studi Pendidikan Teknik Mekatronika UNY.

Penelitian ini menggunakan metode penelitian pengembangan *Analyze, Design, Development, Implement, Evaluate (ADDIE)* yang diperkenalkan oleh Maribe Branch. Adapun langkah yang digunakan adalah : (1) observasi kebutuhan, (2) perencanaan, (3) pengembangan produk, (4) pengujian dan revisi produk, (5) implementasi produk, (6) evaluasi produk. Subyek penelitian ini adalah mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Mekatronika Universitas Negeri Yogyakarta. Instrumen yang digunakan berupa angket untuk ahli media pembelajaran, ahli materi pembelajaran dan peserta didik. Pengujian instrumen menggunakan uji validitas konstruk. Analisis yang dilakukan menggunakan analisis deskriptif.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa media sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC dapat mengatur kecepatan motor DC sesuai dengan masukan dan membuatnya stabil meskipun diberikan beban. Ahli media menyatakan bahwa media layak digunakan dengan nilai 70,5 dari skor tertinggi 92, dan ahli materi menyatakan media layak digunakan dengan skor 65 dari skor tertinggi 76. Tingkat kelayakan produk oleh peserta didik dinilai berdasarkan beberapa aspek, yaitu : aspek komunikasi visual yang dinyatakan layak dengan persentase 88,24%, aspek rekayasa perangkat dinyatakan layak dengan persentase 82,4%, aspek kemanfaatan dinyatakan cukup layak dengan persentase 76,5%, dan aspek kualitas materi dinyatakan layak dengan persentase 94,1%.

Kata kunci: media pembelajaran, logika fuzzy, motor DC

LEMBAR PERSETUJUAN

Tugas Akhir Skripsi dengan Judul

**PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN SISTEM KENDALI FUZZY
KECEPATAN MOTOR DC SEBAGAI MODUL ROBOTIKA**

Disusun oleh:

Ulfina Diniyanti

NIM. 11518244013

telah memenuhi syarat dan disetujui oleh Dosen Pembimbing untuk dilaksanakan Ujian

Akhir Tugas Akhir Skripsi bagi yang bersangkutan.

Yogyakarta, Desember 2017

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Pendidikan Teknik Mekatronika,

Herlambang Sigit. P, M.Cs.
NIP. 19650829 199903 1 001

Disetujui,
Dosen Pembimbing,

Herlambang Sigit. P, M.Cs.
NIP. 19650829 199903 1 001

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir Skripsi
**Pengembangan Media Pembelajaran Sistem Kendali Fuzzy Kecepatan Motor DC
Sebagai Modul Robotika**

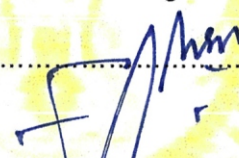


Disusun oleh:

Ulfina Diniyanti
NIM. 11518244013

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Tugas Akhir Skripsi Program Studi
Pendidikan Teknik Mekatronika Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

Pada tanggal 10 Januari 2018

TIM PENGUJI

Nama/Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
<u>Herlambang Sigit Pramono, M.Cs</u> Ketua Penguji/Pembimbing		19-01-2018
<u>Dr. Samsul Hadi, M.Pd., M.T.</u> Sekretaris		18/1-2018
<u>Drs. Ketut Ima Ismara, M.Pd., M.Kes.</u> Penguji Utama		19/1 2018

Yogyakarta, Januari 2018

Fakultas Teknik Negeri Yogyakarta

Dekan,


Dr. Widarto, M.Pd.

NIP. 19631230 198812 1 001



SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ulfina Diniyanti
NIM : 11518244013
Program Studi : Pendidikan Teknik Mekatronika
Judul TAS : Pengembangan Media Pembelajaran Sistem
Kendali Fuzzy Kecepatan Motor DC sebagai Modul
Robotika

menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya saya sendiri di bawah tema penelitian payung dosen atas nama Herlambang Sigit. P, M.Cs., Jurusan Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta Tahun 2017. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang telah lazim.

Yogyakarta, Desember 2017

Yang menyatakan,



Ulfina Diniyanti

NIM . 11518244013

MOTTO

“... Barang siapa memudahkan urusan orang lain di dunia, maka Allah akan memudahkan urusannya di dunia dan di akhirat ...”

(HR. Muslim)

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Puji syukur saya ucapkan kepada Allah SWT serta junjungan Besar Nabi Muhammad SAW atas segala rahmat dan karunia-Nya. Tugas Akhir Skripsi ini saya persembahkan kepada:

- Ayahku Rodi Budi Noor Setyo dan Ibuku Sukamtinah tercinta yang selalu mendukung, mendoakanku, dan memberi kasih sayang dengan ikhlas
- Suamiku Imam Faisal dan Permata Hati Kami Faddina Nur Fitriannisa tercinta yang terus memberikan semangat untuk mengejar kelulusan dan mengingatkanku.
- Kedua adikku tersayang Nenda Ratih Noor Mahenda dan Ringganata Bobby Sukmana yang selalu memberi semangat.
- Teman-Teman seperjuangan Mekatronika 2011 yang penuh dengan kebersamaan dan solidaritas.
- UNY sebagai kampus pelajaran formalku dan kampus pelajaran hidupku

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, segala puji untuk Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat-Nya serta memberikan kelancaran dan selalu menjaga di setiap langkahku. Tugas Akhir Skripsi ini penulis persembahkan kepada:

BAPAK IBU TERCINTA

Yang tanpa putus selalu memanjatkan doa untuk semua anak-anaknya, khususnya penulis yang memang memerlukan perhatian khusus agar tugas akhir ini dapat segera terselesaikan.

SUAMIKU MUHAMMAD WIJDAN FAUZI

Yang tanpa henti memberikan dukungan apapun itu, serta selalu memberikan semangat sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.

ADIKKU TERCINTA UFNIA DAN ZIAN

Yang tidak pernah bosan memberikan dukungan, mengejar-ngejar penulis hingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.

TEMAN – TEMAN MEKATRONIKA 2011

Terima kasih atas kebersamaannya, semoga kita dapat sukses bersama

Special Thank's to :

Buah hatiku tersayang yang masih dalam kandungan yang selalu menemani berjuang hingga akhirnya salah satu kewajiban ini terselesaikan

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil 'alamin, segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Sang Kholik, Yang Maha Kuasa Allah SWT yang senantiasa melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya serta kemampuan kepada penulis untuk dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Pengembangan Media Pembelajaran Sistem Kendali Fuzzy Kecepatan Motor DC sebagai Modul Robotika” dengan baik. Keberhasilan dan kesuksesan Tugas Akhir Skripsi ini tidak lepas dari dukungan, bantuan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Bapak Herlambang Sigit. P, M.Cs. selaku Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Mekatronika, Dosen Pembimbing yang telah memberikan pengarahan, bimbingan, dan evaluasi selama proses penyusunan Tugas Akhir Skripsi ini.
2. Bapak Dr. Edy Supriyadi, M.Pd, dan Drs. Ketut Ima Ismara, M.Pd.,M.Kes selaku validator instrumen penelitian TAS yang telah memberikan saran maupun masukan perbaikan sehingga penelitian TAS dapat terlaksana sesuai dengan tujuan.
3. Bapak Totok Heru Tri Maryadi, Drs.M.Pd, Sigit Yatmono, S.T.,M.T. selaku validator ahli materi pembelajaran yang telah memberikan saran maupun masukan perbaikan sehingga penelitian TAS dapat terlaksana sesuai dengan tujuan.
4. Bapak Yuwono Indro Hatmojo, S.Pd.,M.Eng., dan Andik Asmara, M.Pd. selaku validator ahli media pembelajaran yang telah memberikan saran maupun masukan perbaikan sehingga penelitian TAS dapat terlaksana sesuai dengan tujuan.
5. Bapak Totok Heru Tri Maryadi, M.Pd selaku Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Elektro beserta dosen dan staf yang telah memberikan bantuan dan fasilitas selama proses penyusunan pra proposal sampai dengan selesainya TAS ini.
6. Bapak Dr. Widarto, M.Pd. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta yang telah memberikan persetujuan pelaksanaan Tugas Akhir Skripsi.

7. Teman – teman Mekatronika Universitas Negeri Yogyakarta yang telah memberi bantuan memperlancar pengambilan data selama proses penelitian Tugas Akhir Skripsi ini.
8. Semua pihak, secara langsung maupun tidak langsung, yang tidak dapat disebutkan di sini atas bantuan dan perhatiannya selama penyusunan Tugas Akhir Skripsi ini.

Akhirnya, semoga segala bantuan yang telah berikan semua pihak di atas menjadi amalan yang bermanfaat dan mendapatkan balasan dari Allah SWT dan Tugas Akhir Skripsi ini menjadi informasi bermanfaat bagi pembaca atau pihak lain yang membutuhkannya.

Yogyakarta, Desember 2017

Penulis,

Ulfina Diniyanti

NIM. 11518244004

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
ABSTRAK	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
SURAT PERNYATAAN	v
HALAMAN MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
 BAB I PENDAHULUAN	 1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah	5
C. Batasan Masalah	5
D. Rumusan Masalah	6
E. Tujuan Penelitian	6
F. Spesifikasi Produk	7
G. Manfaat Penelitian	7
 BAB II KAJIAN PUSTAKA	 9
A. Kajian Teori	9
1. Metode Penelitian Pengembangan	9
2. Media Pembelajaran	13
3. Sistem Kendali Fuzzy	19
4. Trainer Sistem Kendali Fuzzy Kecepatan Motor DC	26
5. Motor DC	27
6. Pemrograman Mikrokontroller	32
7. Mata Kuliah Praktik Robotika	29

B. Penelitian yang Relevan	35
C. Kerangka Berpikir	36
D. Pertanyaan Penelitian	38
BAB III METODE PENELITIAN	39
A. Metode Penelitian	39
B. Prosedur Penelitian	40
1. Analisis	40
2. Perancangan Media	41
3. Pembuatan dan Pengembangan Produk	42
4. Implementasi (Uji Lapangan dan Revisi Produk)	42
5. Evaluasi	44
C. Tempat dan Waktu Penelitian	44
D. Subjek Penelitian	45
E. Teknik Pengumpulan Data	45
F. Instrumen Penelitian	46
G. Pengujian Instrumen	49
H. Teknik Analisis Data	51
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	53
A. Deskripsi Data Uji Coba	53
1. Data Uji Coba Awal Produk	53
2. Data Uji Coba Kelompok Kecil (Lapangan)	55
3. Data Uji Coba Kelompok Besar (Operasional)	56
B. Analisis Data	57
1. Analisis Instrumen Penelitian	57
2. Analisis Ahli Media Pembelajaran	59
3. Analisis Ahli Materi Pembelajaran	62
4. Analisis Uji Coba Lapangan	64
5. Analisis Uji Coba Operasional	66
C. Kajian Produk	67
D. Pembahasan Hasil Penelitian	84

BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....	96
A. Kesimpulan	96
B. Keterbatasan Produk	98
C. Pengembangan Produk Lebih Lanjut	98
D. Saran	99
DAFTAR PUSTAKA.....	100
LAMPIRAN.....	102

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 1.Tahapan Desain Pembelajaran dengan Model ADDIE oleh Branch (2009:3)	12
Tabel 2.Tipe Data pada Mikrokontroller	34
Tabel 3.Kisi – kisi Angket Media Pembelajaran	47
Tabel 4.Skor Jawaban Angket	48
Tabel 5.Kisi- kisi Instrumen Materi Pembelajaran	48
Tabel 6.Interpretasi Nilai Koefisien Reliabilitas (Sumber :Suharsimi Arikunto (2010: 124)	51
Tabel 7. Kategori Kelakayan Jawaban Angket	52
Tabel 8. Hasil Penilaian Kelayakan Ahli Media Pembelajaran	54
Tabel 9. Komentar /Saran dari Ahli Media Pembelajaran	54
Tabel 10. Hasil Penilaian Kelayakan Ahli Materi Pembelajaran	55
Tabel 11. Komentar / Saran Ahli Materi Pembelajaran	55
Tabel 12. Hasil Penilaian Kelayakan Uji Coba Lapangan	56
Tabel 13. Hasil Penilaian Kelayakan Uji Coba Operasional	57
Tabel 14. Hasil Uji Validitas Instrumen Angket Pengguna.....	58
Tabel 15. Reliabilitas Instrumen Angket Pengguna	59
Tabel 16. Konversi Skor Rerata Ideal Seluruh Aspek Media Pembelajaran	60
Tabel 17. Konversi Skor Rerata Ideal Aspek Kemanfaatan.	60
Tabel 18. Konversi Skor Rerata Ideal Aspek Rekaya Perangkat.	61
Tabel 19. Konversi Skor Rerata Ideal Aspek Komunikasi Visual	61
Tabel 20. Hasil Akhir Penilaian Ahli Media Pembelajaran	61
Tabel 21.Konversi Rerata Ideal Keseluruhan Aspek Materi Pembelajaran	62
Tabel 22. Konversi Rerata Ideal Aspek Kualitas Materi	63
Tabel 23. Konversi Rerata Ideal Aspek Kemanfaatan	63
Tabel 24. Hasil Akhir Penilaian Ahli Materi Pembelajaran	64
Tabel 25. Konversi Rerata Skor Total Uji Coba Lapangan	64
Tabel 26. Hasil Akhir Skor Uji Coba Lapangan.	65
Tabel 27. Konversi Skor Rerata Ideal Uji Coba Operasional	66
Tabel 28. Hasil Akhir Uji Coba Operasional	67

Tabel 29. Hasil Uji <i>Trainer</i>	78
Tabel 30. Hasil Uji Coba Kecepatan Program P1 tanpa Sistem Kendali	81
Tabel 31. Hasil Uji Coba Kecepatan Program P2 dengan Sistem Kendali Fuzzy	82

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Model ADDIE (Sumber: Branch, 2009:2).....	11
Gambar 2. Sistem Kendali Fuzzy (Sumber: Sujono, 2012:13)	19
Gambar 3. Sistem Fuzzy Secara Umum (Sumber: Sujono, 2012:13).....	20
Gambar 4. Blok diagram Sistem Kendali dengan Logika Fuzzy (Sumber: Sujono, 2012:67)	21
Gambar 5. Pengendali Logika Fuzzy (Sumber: Sujono, 2012:67)	21
Gambar 6. Himpunan Fuzzy untuk Variabel Umum	22
Gambar 7. Fungsi Implikasi Min	23
Gambar 8. Fungsi Implikasi Dot	23
Gambar 9. Matrik Metode MacVicar Whelan	25
Gambar 10. Konfigurasi Pin pada Driver Motor DC Seri VEXTA(Sumber : Riyanto Sigit, 2007:20).....	28
Gambar 11. <i>Timing Diagram</i> Motor DC Seri VEXTA(Sumber: Riyanto Sigit.2007:23)	29
Gambar 12. Rangkaian Sinyal Input pada <i>Internal Driver</i> .(Sumber : Riyanto Sigit. 2007:21).....	29
Gambar 13. Hubungan Saklar dengan Rangkaian Driver Motor DC Seri VEXTA. (Sumber: Riyanto Sigit. 2007:21)	30
Gambar 14. Hubungan Rangkaian Sinyal Kontrol.(Sumber: Riyanto Sigit. 2007:22)	30
Gambar 15. Pengendalian Kecepatan Secara Manual(Sumber : Riyanto Sigit.2007:22)	31
Gambar 16. Pengendalian Kecepatan dengan Sumber Tegangan (Sumber : Riyanto Sigit. 2007:23)	31
Gambar 17. Rangkaian Sinyal Output.(Sumber : Riyanto Sigit. 2007:22	32
Gambar 18. Pulsa Keluaran Kecepatan Motor.(Sumber : Riyanto Sigit. 2007:25)	32
Gambar 19. Diagram Kearangka Berpikir	37
Gambar 20. Layout Box <i>Trainer</i>	67
Gambar 21. Rangkaian Elektronik <i>Trainer</i>	68
Gambar 22. Hasil Perakitan <i>Trainer</i>	70

Gambar 23. Diagram Alir Program P1	71
Gambar 24. Representasi Kurva Segitiga	74
Gambar 25. Diagram Alir Program P2	75
Gambar 26. Tampilan Awal Saat Menghidupkan <i>Trainer</i>	80
Gambar 27. Tampilan <i>Trainer</i> Saat Diberikan Masukan.	80
Gambar 28. Tampilan Hasil Kecepatan Aktual yang Didapat Sesaat setelah Menggunakan Algoritma Logika Fuzzy	81
Gambar 29. Grafik Hasil Uji Coba Kecepatan Program P1 tanpa Sistem Kendali	82
Gambar 30. Grafik Hasil Uji Coba Kecepatan Program P2 dengan Sistem Kendali Fuzzy.	83
Gambar 31. Hasil Persentase Penilaian Ahli Media Pembelajaran	85
Gambar 32. Hasil Persentase Penilaian Ahli Materi Pembelajaran	87
Gambar 33. Diagram Distribusi Kelayakan Aspek Komunikasi Visual ..	89
Gambar 34. Diagram Distribusi Kelayakan Aspek Pengoperasian Media Pembelajaran.....	90
Gambar 35. Diagram Distribusi Kelayakan Aspek Kemanfaatan	91
Gambar 36. Diagram Distribusi Kelayakan Aspek Kualitas Materi	92
Gambar 37. Diagram Distribusi Kelayakan Seluruh Aspek	93

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Instrumen Penelitian	85
Lampiran 2. Uji Instrumen.....	115
Lampiran 3. Hasil dan Analisis Data	120
Lampiran 4. Rancangan Produk	125
Lampiran 5. Berkas Penelitian	130
Lampiran 6. Perangkat Pembelajaran	135
Lampiran 7. Dokumentasi	140



PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Pendidikan tingkat tinggi sebagai salah satu jenjang pendidikan yang diatur melalui UU No.20 Tahun 2003 mempunyai peranan yang besar dalam meningkatkan kualitas daya saing Indonesia. UU No 20 Tahun 2003 menyebutkan bahwa pendidikan tinggi merupakan jenjang pendidikan setelah pendidikan menengah yang mencakup program pendidikan diploma, sarjana, magister, spesialis, dan doktor yang diselenggarakan oleh perguruan tinggi. Perguruan tinggi dapat berbentuk akademi, politeknik, sekolah tinggi, institut, atau universitas. World Economic Forum (<http://www.weforum.org/>:2014) mendefinisikan index daya saing sebagai kumpulan kelembagaan, kebijakan dan faktor-faktor yang menentukan tingkat produktifitas negara. Penilaian dilakukan dengan cara menggabungkan data kuantitatif dan survei yang didasarkan pada 113 indikator. Indikator tersebut dikelompokkan dalam 12 pilar daya saing, yaitu institusi, infrastruktur, kondisi dan situasi ekonomi makro, kesehatan dan pendidikan dasar, pendidikan tingkat atas dan pelatihan, efisiensi pasar, efisiensi tenaga kerja, pengembangan pasar finansial, kesiapan teknologi, ukuran pasar, lingkungan bisnis, dan inovasi.

Index daya saing Indonesia periode 2015-2016 menurun dibandingkan dengan periode tahun sebelumnya. Hal ini dibuktikan dari data *Global Competitiveness Report* 2015-2016 yang dirilis oleh World Economic Forum. Laporan ini menunjukkan bahwa index daya saing Indonesia menempati urutan ke 37 dari 140 negara yang dinilai (<http://www.kemenkeu.go.id/>:2015). Periode 2014-2015 Indonesia dapat menempati peringkat 34 dengan skor 4,6 sedangkan

periode 2015-2016 skor yang didapatkan turun menjadi 4,5 (<http://www.tempo.com:2016>). Menurunnya kualitas daya saing Indonesia menjadi salah satu tanggung jawab perguruan tinggi untuk dapat turut sertanya meningkatkannya kembali. Beberapa pilar yang dapat menjadi acuan perguruan tinggi dalam meningkatkan kualitas daya saing Indonesia antara lain pendidikan tingkat atas, kesiapan teknologi, dan inovasi.

Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi (DIKTI) menyebutkan bahwa ada lebih dari 3000 perguruan tinggi di Indonesia dengan berbagai macam bidang keahlian. Masing – masing bidang keahlian yang ada mempunyai standar kompetensi yang telah disusun sedemikian rupa oleh pemerintah dan juga perguruan tinggi terkait agar dapat memenuhi tuntutan dunia kerja dan kemajuan teknologi. Kesiapan teknologi dan inovasi menjadi prioritas bidang keahlian tertentu untuk diolah menjadi beberapa standar kompetensi tertentu. Standar kompetensi inilah yang biasanya menjadi fokus peserta didik agar memperoleh hasil yang bagus dan dapat lulus dengan nilai yang memuaskan dan tentunya kompeten. Masing- masing lembaga perguruan tinggi terus berlomba – lomba menciptakan lulusan yang kompeten menghadapi pesatnya perkembangan teknologi dan mempunyai inovasi yang tinggi.

Progam Studi Pendidikan Teknik Mekatronika Universitas Negeri Yogyakarta (UNY) merupakan salah satu Progam Studi (Prodi) yang berfokus dalam bidang teknologi yaitu kendali industri. Kendali industri sangat berkaitan erat dengan perkembangan teknologi yang ada di Indonesia maupun dunia. Sesuai dengan misinya menjalin kerjasama dengan berbagai lembaga dunia usaha dan dunia industri (DUDI) di dalam dan di luar negeri (<http://pendidikan-teknik-elektro.ft.uny.ac.id>: 2015), maka Prodi Pendidikan Teknik Mekatronika

harus mampu menyeimbangkan kompetensi lulusan yang dihasilkan dengan situasi dan kondisi DUDI saat ini. Oleh karena itu, pengetahuan dan kompetensi yang diberikan haruslah dapat mendukung misi tersebut. Pengetahuan dan kompetensi yang diberikan antara lain : ilmu pengetahuan elektro dan elektronika dasar, ilmu mekanik, algoritma pemrograman mesin, sistem kendali, robotika, dan lain sebagainya. Robotika sebagai salah satu pengetahuan utama yang harus dimiliki oleh peserta didik merupakan ilmu terapan yang mempelajari seluruh hal mengenai robot mulai dari sistem rekayasa mekanis, elektronis, sistem kendali, algoritma pemrograman, dan lain – lain. Ilmu robotika disampaikan kepada peserta didik melalui mata kuliah Robotika.

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan pada proses pembelajaran robotika hasil yang didapatkan masih belum memuaskan. Motivasi peserta didik, metode pembelajaran, dan kelengkapan media pembelajaran menjadi fokus dalam pengamatan yang dilakukan. Motivasi peserta didik masih cukup rendah. Peserta didik belum memiliki kemauan dan rasa ingin tahu yang tinggi terhadap ilmu robotika yang dipelajari. Kemauan, rasa ingin tahu atau penasaran seharusnya menjadi faktor utama yang dimiliki oleh peserta didik agar dapat mengeksplorasi ilmu tentang robotika lebih dalam lagi. Hal ini dapat membuat peserta didik lebih kreatif dan tentunya akan meningkatkan kompetensi yang dimilikinya lebih tinggi lagi.

Ilmu robotika merupakan ilmu terapan yang cukup kompleks. Pengetahuan dasar mengenai bagian – bagian utama robot seperti sensor, aktuator, dan sistem kendalinya haruslah dimengerti dan dipahami dengan baik oleh peserta didik, namun pada praktiknya, pembelajaran teori robotika di Prodi Pendidikan Teknik Mekatronika UNY belum dapat berjalan dengan maksimal. Proses

pembelajaran masih searah dan monoton, pendidik menerangkan materi di depan kelas, peserta didik hanya mendengarkan dan mencatat saja. Proses pembelajaran yang membosankan semakin mengurangi motivasi peserta didik untuk mengembangkan potensi yang dimilikinya. Selain itu, pembelajaran praktik robotika yang dilakukan masih jauh dari maksimal. Media pembelajaran berupa modul praktik dan sarana pendukung lainnya belum lengkap. Media pembelajaran masih terbatas dan kurang interaktif membuat peserta didik lama-kelamaan peserta didik menjadi malas untuk mengikuti pembelajaran robotika. Tugas yang diberikan pun masih seragam antara peserta didik satu dan lainnya, hal ini membuat kreativitas peserta didik tidak dapat dikeluarkan secara maksimal.

Salah satu kompetensi yang dipelajari dalam mata kuliah robotika adalah sistem kendali kecepatan motor DC. Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan belum ada modul praktik untuk kompetensi tersebut. Hal ini yang menjadi dasar penulis melakukan penelitian dengan mengembangkan modul praktik pembelajaran robotika untuk mengakomodasi kompetensi sistem kendali kecepatan motor DC. Penelitian ini menggunakan perangkat keras berupa modul praktik yang telah dibuat sedemikian rupa untuk mengamati bagaimana sistem kendali bekerja menstabilkan kecepatan motor DC agar sesuai antara kecepatan yang diinginkan dengan kecepatan yang dicapai oleh motor DC. Peserta didik akan diberikan program untuk membuat sistem kendali menggunakan *software* CVAVR trial untuk kemudian dimasukkan pada mikrokontroler modul praktik. Program yang dimasukkan pada mikrokontroler akan mengendalikan kecepatan motor DC sehingga sesuai dengan masukkan yang diinginkan.

Pengembangan modul praktik ini dibuat mudah dan menarik agar minat dan motivasi peserta didik lebih tinggi untuk mengikuti mata kuliah robotika. Modul praktik yang dikembangkan diharapkan mampu meningkatkan pengetahuan peserta didik mengenai sensor, aktuator, sistem kendali, dan algoritma pemrograman robotika. Selain itu, dengan praktik yang dilakukan langsung oleh peserta didik dapat menambah pengalaman belajar robotika. Hal ini dapat merangsang kreativitas dan inovasi peserta didik untuk bereksperimen lebih dalam. Tujuan utama dari pengembangan modul praktik sistem kendali kecepatan motor DC ini adalah mengetahui unjuk kerja dan kelayakan dari produk penelitian.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, beberapa masalah yang dapat diidentifikasi antara lain sebagai berikut :

1. Peserta didik mempunyai motivasi yang rendah dalam belajar robotika.
2. Motivasi dan minat peserta didik semakin menurun dengan tugas dan metode pembelajaran yang monoton.
3. Media pembelajaran yang dimiliki masih terbatas dan kurang interaktif.
4. Modul praktik sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC belum ada.

C. Batasan Masalah

Modul praktik sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC mempunyai cakupan yang luas baik dalam perangkat keras yang digunakan dalam rangkaian, pendekatan yang digunakan maupun cara pemrograman alat yang dibuat. Oleh karena itu, dibuat beberapa batasan yang ada agar penelitian yang dilakukan dapat terfokus dan lebih mendalam. Pembatasan masalah juga dilakukan karena keterbatasan waktu yang dimiliki dalam melakukan penelitian.

Penelitian ini dibatasi hanya pada pengukuran tingkat kelayakan modul praktik sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik Pendidikan Teknik Mekatronika UNY.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, identifikasi masalah dan batasan masalah yang telah dikemukakan, maka disusunlah rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana unjuk kerja media pembelajaran sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC yang dikembangkan dalam penelitian?
2. Bagaimana tingkat kelayakan media pembelajaran sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC menurut ahli materi dan ahli media?
3. Bagaimana tingkat kelayakan media pembelajaran sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC menurut peserta didik Pendidikan Teknik Mekatronika UNY sebagai pengguna?

E. Tujuan Penelitian

Beberapa tujuan penelitian yang ingin didapatkan, antara lain:

1. Menguji unjuk kerja media pembelajaran sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC yang dikembangkan dalam penelitian.
2. Mengetahui tingkat kelayakan dari media pembelajaran sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC menurut ahli materi dan ahli media.
3. Mengetahui tingkat kelayakan dari media pembelajaran sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC menurut peserta didik Pendidikan Teknik Mekatronika UNY sebagai pengguna.

F. Spesifikasi Produk

Penelitian ini menggunakan media pembelajaran berupa modul praktik sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC dan *jobsheet*. *Jobsheet* digunakan

untuk membantu penggunaan modul praktik. Spesifikasi modul praktik yang dikembangkan sebagai berikut:

1. Sistem minimum ATmega 16.
2. Downloader USB-ASP.
3. Perangkat motor DC Vexta.
4. Perangkat driver motor DC.
5. Perangkat sensor *rotary encoder*.
6. Perangkat regulator DC 24 Volt.
7. Perangkat keypad.
8. Perangkat LCD 16 x 2.
9. Kabel USB dan Jumper.

G. Manfaat Penelitian

1. Manfaat bagi peneliti
 - a. Mengetahui cara kerja sistem kendali kecepatan motor DC menggunakan logika fuzzy.
 - b. Mengetahui tingkat kelayakan produk yang dibuat.
 - c. Terpenuhi mata kuliah skripsi sebagai salah syarat kelulusan.
2. Manfaat bagi peserta didik
 - a. Pemahaman peserta didik dapat lebih maksimal dengan bantuan media pembelajaran mata kuliah robotika berupa modul praktik.
 - b. Meningkatkan kompetensi peserta didik pada mata kuliah robotika.
 - c. Hasil belajar yang dicapai peserta didik lebih tinggi pada mata kuliah robotika.
3. Manfaat bagi instansi
 - a. Produk dapat digunakan sebagai media pembelajaran mata kuliah robotika.

- b. Modul pembelajaran mata kuliah robotika lebih lengkap.
 - c. Mempermudah pendidik dalam menyampaikan materi pembelajaran mata kuliah robotika.
4. Manfaat bagi pembaca
- Adapun manfaat bagi pembaca adalah untuk menambah pengetahuan tentang sistem kendali kecepatan motor DC menggunakan logika fuzzy.

BAB II

KAJIAN TEORI

A. Kajian Teori

1. Metode Penelitian Pengembangan

Metode penelitian merupakan cara utama yang digunakan peneliti untuk mencapai tujuan dan menentukan jawaban atas masalah yang diinginkan (Natsir, 1988:51). Menurut Becti (2015:376) Model Pengembangan merupakan tahapan atau langkah-langkah yang dilakukan dalam pengembangan. Salah satunya merujuk pada model yang ditawarkan Lee dan Owens (2004) yang diadopsi untuk menekankan tahapan implementasi pada model dengan memasukkan *white box testing* dan *black box testing*. Menurut Sugiyono (2010: 407) metode penelitian dan pengembangan merupakan metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan suatu produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan suatu produk yang akan meningkatkan keefektifan proses pembelajaran dan memastikan layak untuk digunakan sebagai media pembelajaran. Borg and Gall (2003: 569) dalam bukunya menyebutkan bahwa Penelitian dan Pengembangan pendidikan merupakan model pengembangan berbasis industri dengan tujuan penelitian untuk merancang produk dan proses baru, yang kemudian diuji, dievaluasi, dan diperbaiki sehingga memenuhi kriteria keefektifan, kualitas, atau sesuai standar.

Berdasarkan beberapa pemaparan para pakar yang telah disebutkan maka dapat diambil sebuah kesimpulan mengenai penelitian dan pengembangan. Penelitian dan pengembangan adalah sebuah metode penelitian yang digunakan untuk mengembangkan suatu produk dengan

melakukan pengujian dan evaluasi atas efektivitas dan kelayakan produk tersebut sesuai dengan tujuannya.

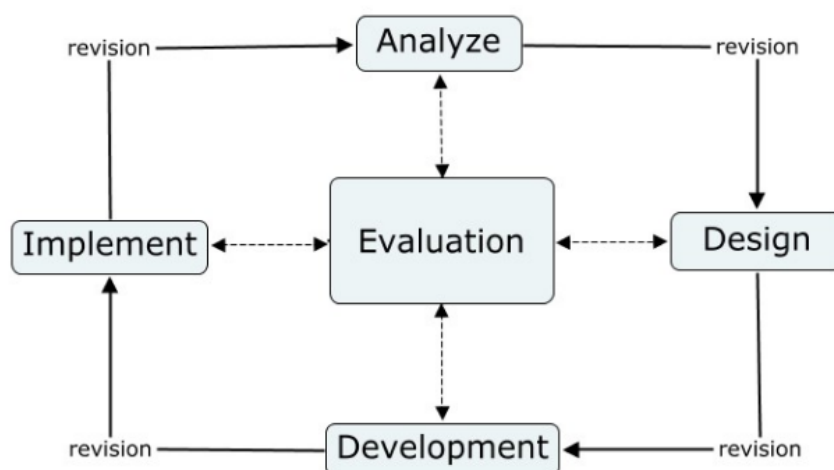
Setiap penelitian mempunyai suatu proses atau langkah-langkah secara berurutan yang harus dijalankan untuk mendapatkan hasil atas hal yang diteliti. Sama halnya dalam penelitian dan pengembangan ini, ada beberapa langkah penelitian dan pengembangan yang dikemukakan oleh beberapa ahli.

Sugiyono (2010: 409) menyebutkan ada 10 tahap yang harus dilakukan secara berurutan dalam pelaksanaan penelitian pengembangan. 10 tahapan tersebut yaitu : (1) Identifikasi potensi dan masalah, (2) Pengumpulan data, (3) Desain produk, (4) Validasi desain, (5) Revisi desain, (6) Uji coba produk, (7) Revisi produk, (8) Uji coba pemakaian, (9) Revisi Produk, (10) Produksi massal.

Borg and Gall menggunakan model penelitian yang ditemukan oleh Walter Dick dan Lou Carey. Model penelitian ini menggunakan 10 tahapan, yaitu (1) Mendefinisikan tujuan dari produk yang akan dibuat, biasanya mencakup penilaian kebutuhan. (2) Analisis pembelajaran dilakukan untuk mengidentifikasi keahlian khusus. (3) Mengidentifikasi kemampuan dan sikap peserta didik, karakteristik dari lingkungan pembelajaran dan karakteristik lingkungan dimana produk tersebut akan digunakan. (4) Meliputi penterjemahan tujuan dan kebutuhan pembelajaran menjadi tujuan kinerja yang spesifik. (5) Pengembangan instrumen penilaian. Instrumen ini harus langsung berkaitan dengan pengetahuan dan kemampuan yang spesifik dalam tujuan kinerja. (6) Strategi pembelajaran yang spesifik dikembangkan untuk membantu peserta didik dengan usaha untuk mencapai setiap tujuan kinerja. (7) Meliputi pengembangan materi pembelajaran, meliputi *jobsheet* atau multimedia lain. (8) Langkah ke delapan merupakan evaluasi formatif dari pengembangan yang

dibuat. Evaluasi ini terdiri dari 3 tahap yaitu : (1) menguji prototype satu-persatu, (2) uji coba kelompok kecil yang terdiri dari 6-8 peserta didik, (3) uji coba dengan kelompok besar meliputi seluruh peserta didik dalam suatu kelas. (9) Hasil dari evaluasi kemudian digunakan untuk melakukan revisi. (10) Melakukan penilaian sumatif untuk mengetahui kebermanfaatan produk yang sudah dikembangkan, terutama membandingkannya dengan produk lain.

Selain model yang telah dijelaskan sebelumnya, terdapat juga model tahapan penelitian menurut Robert Maribe Branch (2015:15-16) yang disebut dengan model ADDIE. ADDIE merupakan singkatan dari *Analyze*, *Design*, *Develop*, *Implement* dan *Evaluation*. Model ADDIE ini mengedepankan sifat *student centred*, inovatif, otentik, dan inspiratif. Menurut Branch saat ini metode ADDIE merupakan metode yang paling efektif karena ADDIE dapat dilakukan pada sebuah proses dengan situasi yang kompleks. Pengembangan produk pendidikan merupakan salah satu pengembangan yang tepat untuk menggunakan model ini. Langkah yang digunakan pada model penelitian ADDIE ditunjukkan pada Gambar1.



Gambar 1. Model ADDIE (Sumber: Branch, 2015:16)

Terdapat 21 tahapan yang digunakan untuk mengatur prosedur umum dalam desain pembelajaran sesuai dengan langkah pada Gambar 1. Tahapan-tahapan tersebut dijelaskan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Tahapan Desain Pembelajaran dengan Model ADDIE oleh Branch (2015:32).

	Analyze	Desain	Develop	Implement	Evaluate
<i>Concept</i>	Identify the probable causes for a performance gap	Verify the desired performance, and appropriate testing methods	Generate and validate the learning resources	Prepare the learning environment engage the students	Assess the quality the instructional products and processes, both before and after implementation
<i>Common Procedures</i>	1. Assess performance 2. Determine instructional goals 3. Analyze learners 4. Audit available resources 5. Determine delivery systems (including cost estimate) 6. Compose a project management plan	7. Conduct a task inventory 8. Compose performance objectives 9. Generate testing strategies 10. Calculate return on investment	11. Generate content 12. Select or develop supporting media 13. Develop guidance for student 14. Develop guidance for teacher 15. Conduct formative revisions 16. Conduct Pilot Test	17. Prepare the teacher 18. Prepare the student	19. Determine evaluation criteria 20. Select evaluation tools 21. Conduct evaluations
	<i>Analysis Summary</i>	<i>Design Brief</i>	<i>Learning Resources</i>	<i>Implementations Strategy</i>	<i>Evaluation Plan</i>

Berdasarkan uraian langkah-langkah penelitian pengembangan yang telah dikemukakan oleh beberapa ahli, model ADDIE menjadi model penelitian pengembangan yang dianggap paling tepat untuk digunakan dalam penelitian ini. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sebuah produk media pembelajaran yang inovatif dengan hasil yang efektif dan menjadikan peserta didik sebagai pusat perhatian untuk mengembangkan potensinya.

2. Media Pembelajaran

a. Pengertian Media Pembelajaran

Kata media berasal dari bahasa Latin *medius* yang secara harfiah berarti tengah, perantara, atau pengantar. Media adalah bentuk jamak dari kata *medium*. Media dapat diartikan sebagai perantara atau pengantar dari pemberi pesan kepada penerima pesan (Azhar Arsyad, 2011:3). Menurut Gerlach dan Ely yang dikutip oleh Azhar Arsyad (2011:3) menyebutkan bahwa media secara garis besar adalah manusia, materi dan kejadian yang membangun kondisi yang membuat siswa mampu memperoleh pengetahuan, keterampilan atau sikap. Beberapa hal yang dapat menjadi media antara lain guru, buku teks dan lingkungan sekolah. Secara lebih spesifik dalam dunia pendidikan media dapat diartikan sebagai segala sesuatu yang membawa pesan atau informasi untuk tujuan belajar dari sumber ke penerima.

Arief S. Sadiman, dkk (2002:6) menyebutkan bahwa media sebagai segala sesuatu yang dapat digunakan untuk menyalurkan pesan dari pengirim pesan kepada penerima pesan, sehingga dapat merangsang pikiran, perasaan, perhatian, dan minat serta perhatian siswa sedemikian rupa, sehingga proses belajar mengajar berlangsung dengan efektif dan efisien sesuai dengan yang diharapkan. Menurut Kustiono (2010:4) media pembelajaran adalah setiap alat, baik perangkat keras maupun *software* sebagai media komunikasi untuk memberikan kejelasan informasi. Pengertian lain disebutkan oleh Rumampuk (1988:6) media instruksional adalah setiap alat, baik *perangkat keras* maupun

software yang dipergunakan sebagai media komunikasi dan yang tujuannya untuk meningkatkan efektivitas proses belajar mengajar.

Haryanto *dkk* (2012:84) menyebutkan bahwa secara khusus pengertian media pembelajaran dalam proses pembelajaran cenderung diartikan sebagai alat-alat grafis, diagram, slide (ppt) yang berfungsi untuk menyampaikan pesan atau informasi visual atau verbal.

Berdasarkan beberapa teori yang telah disebutkan dapat disimpulkan bahwa media adalah perantara yang menghubungkan pemberi pesan kepada penerima pesan dalam hal ini peserta didik sebagai penerima pesan dan pendidik sehingga dapat merangsang pikiran, perasaan, perhatian dan minat peserta didik dalam proses belajar.

Media pembelajaran dapat disimpulkan sebagai alat bantu proses pembelajaran yang berupa alat *perangkat keras* maupun *software* yang digunakan untuk merangsang pikiran, perasaan, perhatian, dan kemampuan atau keterampilan peserta didik sehingga tercapai tujuan pembelajaran.

b. Manfaat Media Pembelajaran

Deny (2011:6) menyebutkan secara umum media pembelajaran mempunyai manfaat untuk memperlancar interaksi antara guru dan siswa, sehingga kegiatan pembelajaran dapat lebih efektif dan efisien. Media pembelajaran juga dapat meningkatkan motivasi, minat siswa dan pemahaman siswa dalam mempelajari materi pembelajaran yang disampaikan. Hamalik (Azhar Arsyad, 2011: 15) mengemukakan, pemakaian media pembelajaran dalam proses belajar mengajar dapat

membangkitkan motivasi dan rangsangan belajar, bahkan membawa pengaruh psikologis terhadap siswa. Nana Sudjana dan Ahmad Rivai (2010: 2) mengemukakan manfaat penggunaan media pengajaran dalam pembelajaran, yaitu: (1) Pengajaran lebih menarik perhatian siswa sehingga dapat menumbuhkan motivasi belajar. (2) Bahan pengajaran menjadi lebih jelas maknanya, sehingga dapat lebih mudah dipahami oleh siswa. (3) Metode mengajar menjadi lebih bervariasi. (4) Siswa lebih banyak melakukan kegiatan belajar, karena tidak hanya mendengarkan penjelasan dari guru saja. Sedangkan menurut Kemp dan Dayton (Azhar Arsyad, 2011: 22-25) manfaat penggunaan media pengajaran adalah, (1) penyampaian materi dapat diseragamkan, (2) proses pembelajaran menjadi lebih menarik, (3) proses pembelajaran menjadi lebih interaktif, (4) jumlah waktu belajar dapat dikurangi, (5) kualitas belajar siswa dapat ditingkatkan, (6) proses pembelajaran dapat terjadi dimana saja dan kapan saja, (7) sikap positif siswa terhadap proses belajar dapat ditingkatkan, dan (8) peran guru dapat berubah ke arah lebih positif dan produktif.

Menurut Encyclopedia of Educational Research (Hamalik, 1986: 25) terdapat beberapa manfaat penggunaan media pendidikan yaitu: (1) Meletakkan dasar-dasar kongkrit untuk berpikir, yaitu dengan mengurangi verbalisme. (2) Memperbesar perhatian siswa. (3) Pembelajaran menjadi lebih mudah dipahami oleh siswa. (4) Memberikan pengalaman yang nyata pada siswa, sehingga dapat merangsang rasa ingin tahu siswa. (5) Menumbuhkan pemikiran yang teratur dan berkesinambungan, terutama melalui gambar hidup. (6) Membantu tumbuhnya pengertian yang dapat

membantu perkembangan kemampuan berbahasa. (7) Meningkatkan efektivitas dan efisiensi pada proses pembelajaran.

Berdasarkan pendapat ahli tersebut, dapat disimpulkan manfaat media pembelajaran adalah penyampaian materi dapat diseragamkan, proses belajar menjadi lebih menarik dan interaktif, kualitas belajar siswa dapat meningkat, siswa dapat belajar dimana saja (tidak terikat oleh waktu dan tempat) dan sesuai dengan kemampuan dan minat siswa. Selain itu penggunaan media pembelajaran secara tepat dan bervariasi dapat mengatasi sikap pasif anak didik.

c. Jenis Media Pembelajaran

Media pembelajaran dapat dibedakan menjadi berbagai jenis. Berdasarkan segi perkembangan teknologi, Seal dan Glasglow (Azhar Arsyad, 2011: 33) mengemukakan jenis media dapat dibedakan menjadi dua yaitu media tradisional dan media mutakhir. Media tradisional terdapat beberapa pilihan atau jenis yaitu: (a) Visual diam yang diproyeksikan, seperti proyeksi overhead, slide. (b) Visual yang tidak diproyeksikan, seperti gambar, poster, foto, chart, dll. (c) Audio, seperti piringan rekaman dan pita kaset. (d) Penyajian multimedia seperti tape dan multi-image. (e) Visual dinamis yang diproyeksikan seperti film, televisi dan video. (f) Cetak, seperti buku teks, modul majalah dll. (g) Realia, seperti model, contoh, dan manipulatif. Sedangkan pada media mutakhir terdapat dua pilihan, yaitu: media berbasis telekomunikasi, seperti teleconference dan kuliah jarak jauh serta media berbasis mikroprocessor, seperti computer-assited instruction, permainan komputer, interaktif, dll.

Berdasarkan pemahaman tersebut, guru dapat dengan mudah memilih media pembelajaran mana yang tepat agar dapat mencapai tujuan pembelajaran yang akan dicapai, namun pada proses pemilihan guru juga harus memperhatikan beberapa hal yaitu harus disesuaikan dengan tujuan, materi, karakteristik serta kemampuan belajar siswa agar pembelajaran dapat terlaksana secara efektif dan efisien.

d. Pemilihan Media Pembelajaran

Memilih media pembelajaran yang baik merupakan suatu hal yang penting diperhatikan oleh seorang guru sebelum menggunakan media dalam kelas. Pemilihan media yang tepat untuk pembelajaran akan membantu tercapainya tujuan pembelajaran. Menurut Henich dan kawan kawan (Azhar Arsyad, 2011: 65), pemilihan media perlu memperhatikan apakah media dan materi yang akan disampaikan dapat membangkitkan minat siswa, ketepatan informasi, mempunyai kualitas yang baik, dan dapat memberikan kesempatan pada siswa untuk berpartisipasi aktif. Selain itu Azhar Arsyad (2011: 67-68) juga menyampaikan beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam pemilihan media pembelajaran, yaitu: (1) Hambatan pengembangan dan pembelajaran yang meliputi, faktor dana, fasilitas, waktu dan sumber-sumber yang tersedia. (2) Persyaratan isi, tugas dan jenis pembelajaran. (3) Hambatan dari sisi siswa, mempertimbangkan kemampuan dan ketrampilan awal siswa. (4) Kesenangan dan keefektifan biaya. (5) Kemampuan mengakomodasikan penyajian stimulus yang tepat (visual atau audio), kemampuan mengakomodasikan respon siswa yang tepat (tertulis, audio dan kegiatan fisik), kemampuan mengakomodasikan umpan balik, dan pemilihan media

utama dan media sekunder untuk penyajian informasi (stimulus). (6) Media Sekunder, penggunaan media yang beragam.

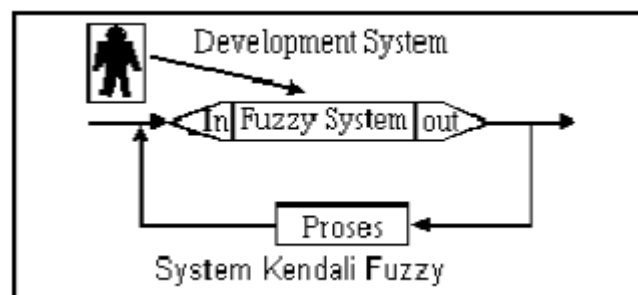
Pemilihan media pembelajaran sangat penting dilakukan oleh pendidik. Haryanto *dkk* (2012:84) menyebutkan dosen perlu mengetahui perihal media pembelajaran yang meliputi : a) media sebagai alat komunikasi, b) fungsi media untuk mencapai tujuan pembelajaran, c) nilai dan manfaat media, d) pemilihan dan penggunaan media, e) inovasi media.

Nana Sudjana dan Ahmad Rivai (2010: 4-5) berpendapat bahwa terdapat beberapa kriteria-kriteria yang perlu diperhatikan sebelum memilih media pembelajaran, yaitu: (1) Kesesuaian dengan tujuan pembelajaran. (2) Tepat untuk mendukung isi pelajaran yang sifatnya fakta, konsep, prinsip, atau generalisasi. (3) Praktis, luwes dan bertahan, media yang dipilih sebaiknya dapat digunakan dimanapun, kapanpun dan oleh siapapun. (4) Guru terampil menggunakannya. Media sebagai ataupun secanggih apapun akan tidak bermanfaat apabila guru tidak bisa menggunakannya. (5) Tersedia waktu yang cukup untuk menggunakan media. (6) Sesuai dengan tingkat berpikir siswa. Sedangkan menurut Azhar Arsyad (2011: 65-76), kriteria yang perlu diperhatikan dalam memilih media pembelajaran adalah (1) Sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai. (2) Tepat untuk mendukung isi pelajaran yang sifatnya fakta konsep, prinsip atau generalisasi. (3) Praktis, luwes dan bertahan. Media yang dipilih sebaiknya dapat digunakan dimanapun, kapanpun dan oleh siapapun. (4) Guru terampil menggunakannya. Nilai dan manfaat media amat ditentukan oleh guru yang menggunakannya. (5) Pengelompokan

sasaran. Media yang cocok digunakan untuk kelompok besar belum tentu cocok digunakan untuk kelompok kecil. Ada media yang efektif untuk kelompok besar, sedang, kecil dan perorangan. (6) Mutu teknik. Pengembangan visual baik gambar ataupun foto harus memenuhi persyaratan teknis tertentu. Dari beberapa pendapat ahli, dapat disimpulkan bahwa hal-hal yang perlu diperhatikan sebelum memilih media pembelajaran adalah: (1) Kesesuaian dengan tujuan yang akan dicapai dalam pembelajaran. (2) Tepat untuk mendukung isi materi yang bersifat fakta, konsep, dan prinsip yang bersifat generalisasi. (3) Praktis, luwes dan bertahan, media yang digunakan sebaiknya dapat digunakan kapanpun, dimanapun dan oleh siapapun. (4) Guru dapat menggunakan media tersebut. (5) Sesuai dengan tingkat berpikir siswa.

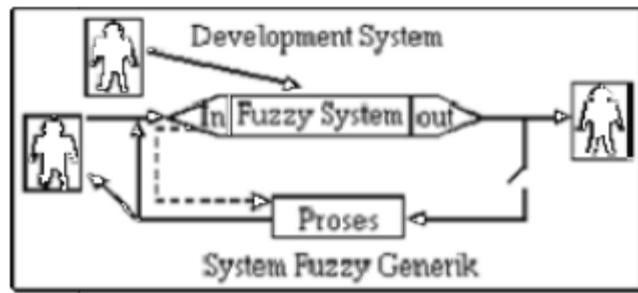
3. Sistem Kendali Fuzzy

Sistem kendali fuzzy merupakan suatu sistem lingkaran tertutup, di mana tidak terdapat operator yang menjadi bagian dari sistem lingkaran kendali (*control loop*)(Sujono,2012:13). Sistem kendali fuzzy ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Sistem Kendali Fuzzy (Sumber: Sujono, 2012:13)

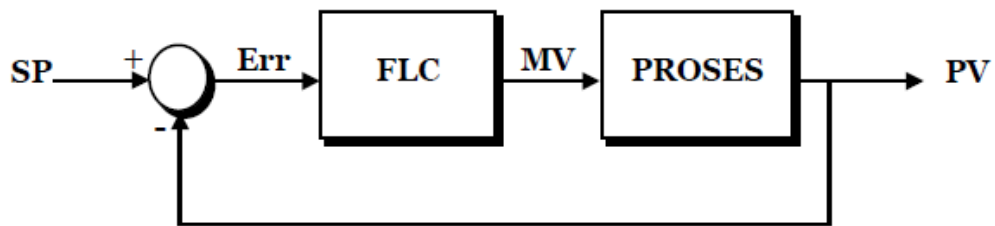
Sistem kendali fuzzy merujuk pada sistem fuzzy pada umumnya. Ada perbedaan antara sistem fuzzy pada umumnya dengan sistem kendali fuzzy. Sistem fuzzy ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Sistem Fuzzy Secara Umum (Sumber: Sujono, 2012:13)

Masing-masing sistem memiliki blok proses, sistem fuzzy, dan sistem pengembangan (*development system*), namun ada perbedaan yang cukup menonjol yaitu ada dan tidak adanya operator. Sistem fuzzy mempunyai dua operator, operator tidak mesti seorang operator manusia, namun dapat juga berupa sistem fuzzy atau non-fuzzy yang berfungsi mengantarkan masukan atau keluaran sinyal proses. Operator dalam sistem fuzzy ada 2 yaitu yang bertanggung jawab atas masukan sistem fuzzy dan keluaran dari proses, sedangkan yang satunya lagi bertugas membawa masukan ke dalam proses dan menentukan keluaran dari sistem fuzzy. Dalam sistem kendali fuzzy operator tersebut tidak ada karena telah digantikan dengan sistem lingkaran kendali (*control loop*). Sistem lingkaran kendali atau yang biasanya dikenal dengan loop tertutup ini akan bekerja memberikan masukan dari hasil keluaran dari proses.

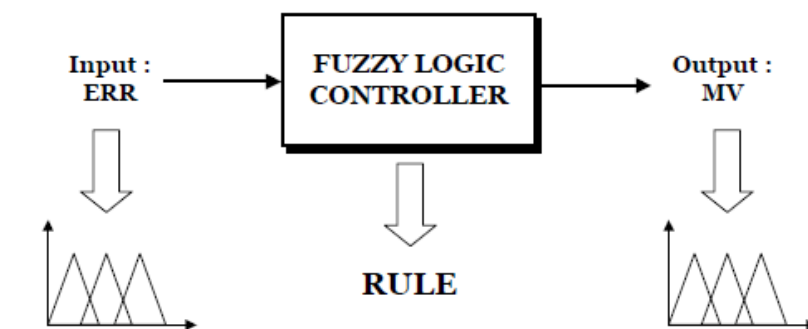
Salah satu penerapan logika fuzzy adalah sebagai pengendali pada sistem pengendali umpan balik negatif (*Negative Feedback Control System*)(Sujono, 2012:67). Sistem pengendali umpan balik menggunakan logika fuzzy dapat dijelaskan dengan Gambar 4.



Gambar 4. Blok diagram Sistem Kendali dengan Logika Fuzzy (Sumber: Sujono, 2012: 67).

Keterangan :

- FLC : *Fuzzy Logic Controller*
- SP : *Setpoint*
- Proses Variabel : Output Aktual
- Err : $\text{Error} = \text{SP} - \text{PV}$
- MV : *Manipulated Variable* = Sinyal Kendali



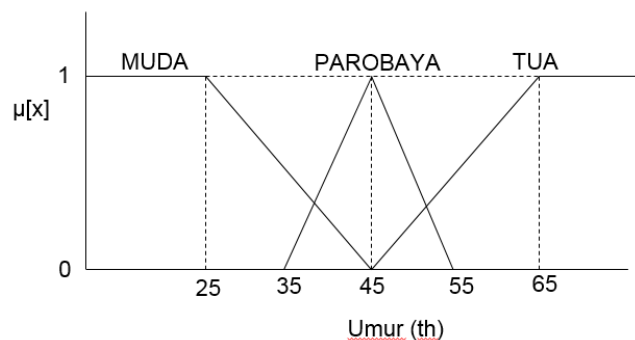
Gambar 5. Pengendali Logika Fuzzy (Sumber: Sujono, 2012:67).

Secara lebih detail, pengendali logika fuzzy (FLC = *Fuzzy Logic Controller*) digambarkan pada Gambar 4., di mana sebagai variabel masukan adalah Err (Error = selisih antara setpoint dengan output proses yang sedang terjadi). Keluaran FLC adalah sinyal kendali (MV = *Manipulated Variable*) yang harus diberikan ke proses sehingga pada akhirnya proses akan menghasilkan keluaran (PV = *Process Variable*) sesuai dengan yang diinginkan (Sp + Set Point).

Secara umum proses yang harus dilakukan saat pembuatan algoritma fuzzy terdiri dari empat tahapan, yaitu : (1) Pembentukan himpunan fuzzy, (2) pembentukan fungsi keanggotaan, (3) Aplikasi fungsi implikasi (aturan), (4) Komposisi aturan (inferensi), dan (5) Penegasan (defuzzifikasi).

1. Pembentukan himpunan fuzzy

Himpunan fuzzy adalah suatu grup yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel fuzzy, sedangkan variabel fuzzy adalah variabel yang hendak dibahas dalam suatu sistem fuzzy (Sri, 2013:113). Contoh variabel fuzzy antara lain umur, temperatur, permintaan, dan lainnya. Contoh dari himpunan fuzzy misalnya variabel umur, terbagi menjadi 3 himpunan fuzzy, yaitu : MUDA, PAROBAYA, dan TUA.



Gambar 6. Himpunan Fuzzy untuk Variabel Umur.

2. Pembentukan fungsi keanggotaan

Fungsi keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya (sering juga disebut dengan derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1 (Sri,2013:114). Beberapa fungsi keanggotaan dalam fuzzy, yaitu :

- a. Representasi linear
- b. Representasi kurva segitiga
- c. Representasi kurva trapesium

- d. Representasi kurva bentuk bahu
- e. Represesi kurva-S
- f. Representasi kurva bentuk lonceng

3. Aplikasi fungsi implikasi (aturan/*rule*)

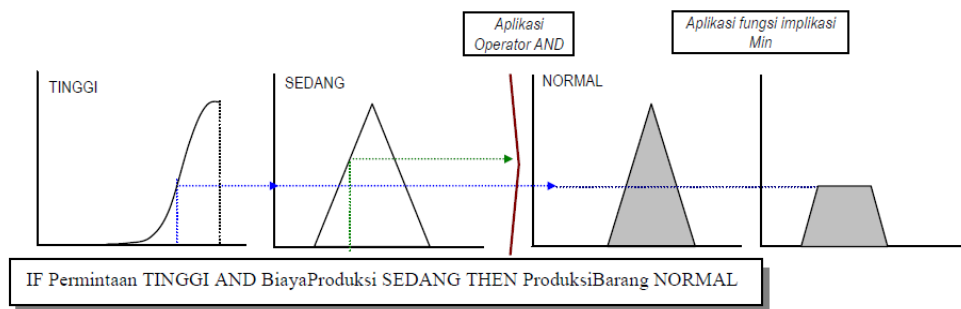
Tiap-tiap aturan (proposisi) pada basis pengetahuan fuzzy akan berhubungan dengan suatu relasi fuzzy (Sri, 2013:124). Bentuk umum dari aturan yang digunakan dalam fungsi implikasi adalah :

IF x is A THEN y is B

dengan x dan y adalah skalar, dan A dan B adalah himpunan fuzzy. Secara umum ada 2 fungsi implikasi yang digunakan dalam fuzzy, yaitu :

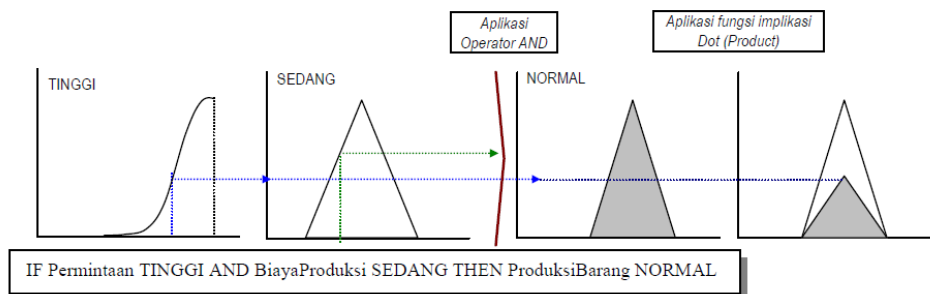
- a. Min (minimum). Fungsi ini akan memotong output himpunan fuzzy.

Contoh ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Fungsi Implikasi Min

- b. Dot (*product*). Fungsi ini akan menskala output himpunan fuzzy. Contoh ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Fungsi Implikasi Dot.

4. Komposisi aturan (inferensi)

Terdapat bermacam-macam komposisi aturan yang dapat digunakan ada 3 metode yang digunakan dalam melakukan inferensi, yaitu :

a. Metode Max (Maximum)

Solusi himpunan fuzzy diperoleh dengan cara mengambil nilai maksimum aturan, kemudian menggunakannya untuk memodifikasi daerah fuzzy, dan mengaplikasikannya ke output dengan menggunakan operator OR (union).

$$\mu_{sf}[X_i] \leftarrow \max(\mu_{sf}[X_i], \mu_{kf}[X_i])$$

dengan :

$\mu_{sf}[X_i]$ = nilai keanggotaan solusi fuzzy sampai aturan ke-i;

$\mu_{kf}[X_i]$ = nilai keanggotaan konsekuen fuzzy aturan ke-i;

b. Metode Additive (Sum)

Solusi himpunan fuzzy diperoleh dengan cara melakukan *bounded-sum* terhadap semua output daerah fuzzy.

$$\mu_{sf}[X_i] \leftarrow \min(1, \mu_{sf}[X_i] + \mu_{kf}[X_i])$$

dengan :

$\mu_{sf}[X_i]$ = nilai keanggotaan solusi fuzzy sampai aturan ke-i;

$\mu_{kf}[X_i]$ = nilai keanggotaan konsekuen fuzzy aturan ke-i;

c. Metode Probabilistik OR (Probor)

Solusi himpunan fuzzy diperoleh dengan cara melakukan *product* terhadap semua output daerah fuzzy.

$$\mu_{sf}[X_i] \leftarrow (\mu_{sf}[X_i] + \mu_{kf}[X_i]) - (\mu_{sf}[X_i] * \mu_{kf}[X_i])$$

dengan :

$\mu_{sf}[X_i]$ = nilai keanggotaan solusi fuzzy sampai aturan ke-i;

$\mu_{kf}[X_i]$ = nilai keanggotaan konsekuen fuzzy aturan ke-i;

d. Metode MacVicar Whelan

Solusi himpunan fuzzy diperoleh dengan cara membuat matrik dari *membership* yang dibuat. Contoh :

		Error				
		NB	NS	Z	PS	PB
dError	NB	NB	NB	NM	NB	NM
	NS	NB	NB	NS	Z	NM
	Z	NS	Z	Z	Z	PS
	PS	PM	Z	PS	PB	PB
	PB	PB	PB	PM	PB	PB

Gambar 9. Matrik Metode MacVicar Whelan.

Keterangan :

NB = Negative Big

PB = Positive Big

NM = Negative Medium

PM = Positive Medium

NS = Negative Small

PS = Positive Small

Z = Zero

5. Penegasan (defuzzifikasi)

Input dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan fuzzy, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut (Sri, 2013:136). Ada beberapa metode defuzzifikasi yang biasa digunakan, yaitu :

a. Metode *Centroid (Composite Moment)*

Solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil titik pusat (z^*) daerah fuzzy.

b. Metode Bisektor

Metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai domain fuzzy yang memiliki nilai keanggotaan separo dari jumlah total nilai keanggotaan pada daerah fuzzy.

c. Metode *Mean of Maximum* (MOM)

Solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai rata-rata dari domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

d. Metode *Largest of Maximum* (LOM)

Solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai terbesar dari domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

e. Metode *Smallest of Maximum* (SOM)

Solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai terkecil dari domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

f. Metode *Weight Average* (WA)

Solusi *crisp* diperoleh dengan menggunakan rata-rata terbobot.

4. Trainer Sistem Kendali Fuzzy Kecepatan Motor DC

Trainer Sistem Kendali Fuzzy Kecepatan Motor DC ini merupakan modul praktikum dengan menggunakan pengendali umpan balik negatif. Trainer ini menggunakan motor DC seri VEXTA. Trainer ini bertujuan untuk mengendalikan kecepatan motor DC sehingga keluaran kecepatan yang dihasilkan diharapkan sama atau sangat mendekati masukan yang diinginkan.

Trainer ini terdiri dari perangkat masukan, pengendali dan keluaran. Masukan menggunakan *keypad* angka yang akan diproses mikrontroller untuk menggerakkan motor DC. Kecepatan motor DC akan dibaca menggunakan *rotary encoder*. Trainer ini juga dilengkapi dengan LCD agar pengguna dapat melihat masukan dan keluaran kecepatan yang dihasilkan. Komunikasi serial

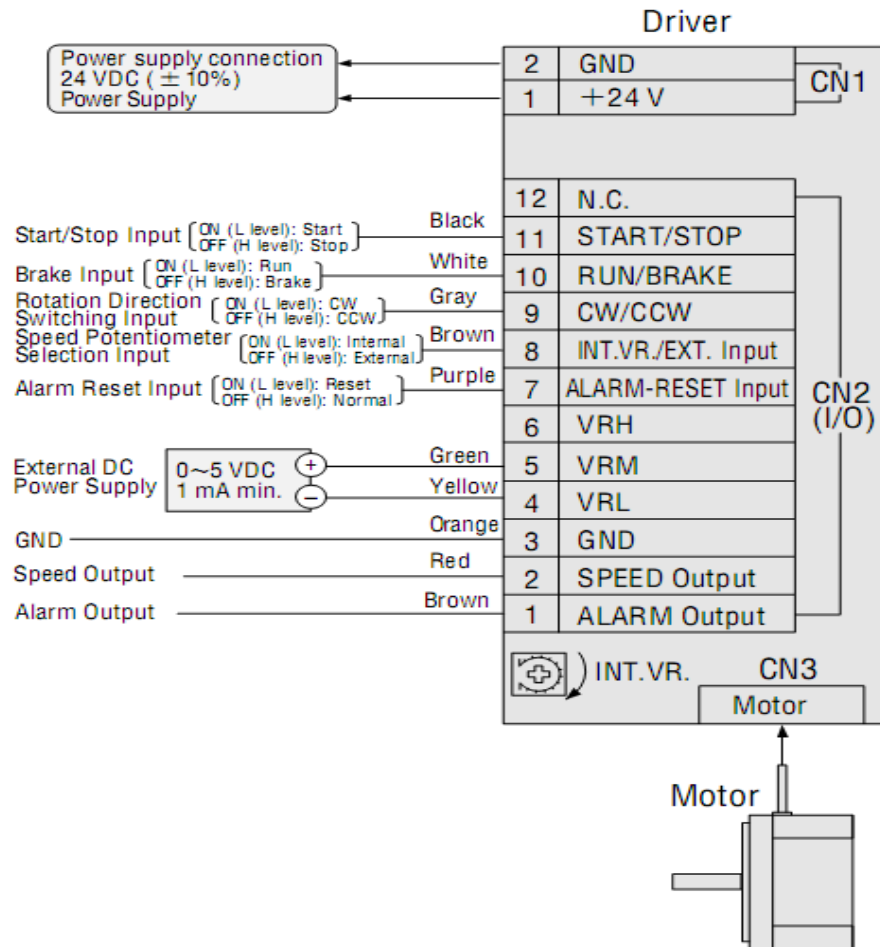
USART pada trainer ini diubah menjadi protokol komunikasi USB sehingga mudah digunakan menggunakan teknologi komputer yang telah ada saat ini.

Sistem kendali fuzzy digunakan untuk mengendalikan kecepatan motor DC pada trainer ini. Sistem kendali fuzzy dipilih karena algoritma logika fuzzy mudah diterapkan menggunakan pemograman yang ditanam pada mikrokontroller. Hal ini sangat memudahkan pengguna untuk melakukan perubahan atau perbaikan algoritma untuk menjadikan sistem kendali yang diterapkan lebih maksimal.

5. Motor DC

Motor DC seri VEXTA merupakan type motor DC brushless produksi Oriental Motor corp. Motor ini sudah dilengkapi gearbox dengan perbandingan yang bervariasi. Motor DC seri VEXTA memiliki kecepatan maksimum 2500 rpm. Dengan internal gearnya yang 10:1 maka kecepatan maksimum pada poros output adalah 250 rpm, dengan torsi rata-rata sebesar 11,2 kg-cm. Motor ini telah dilengkapi driver dan *internal rotary encoder*, dengan emikian motor ini sangat sesuai apabila diaplikasikan sebagai aktuator robot. Motor ini membutuhkan catu daya 24V.

Terminal konektor mempunyai lima pin berupa sinyal "ON" (low level) "OFF" (high level), sebuah input tegangan DC (0-5 V) untuk mengatur kecepatan motor. Terdapat dua buah output yaitu output kecepatan yang berupa pulsa-pulsa dan alarm.

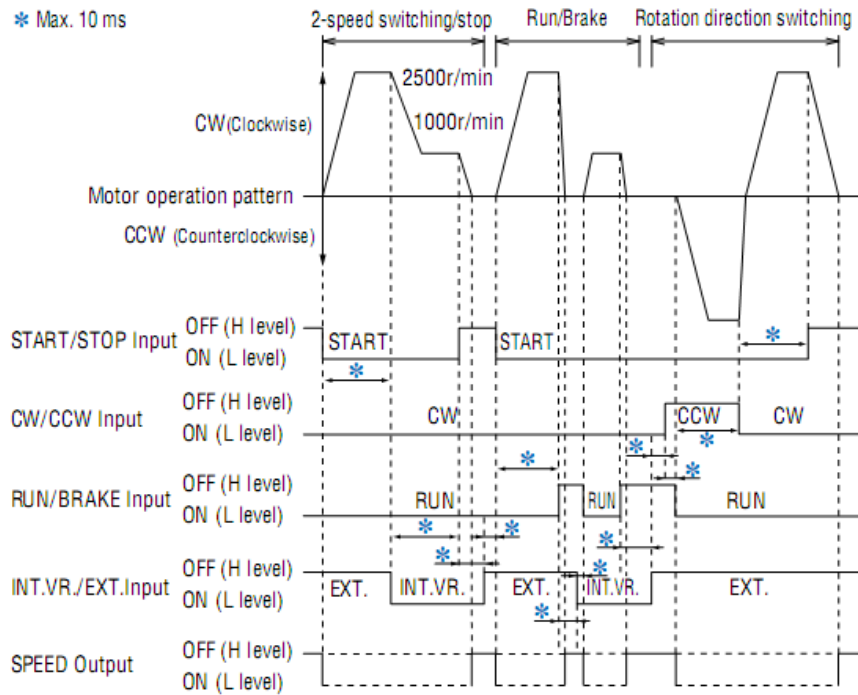


Gambar 10. Konfigurasi Pin pada Driver Motor DC Seri VEXTA. (Sumber : Riyanto Sigit, 2007:20)

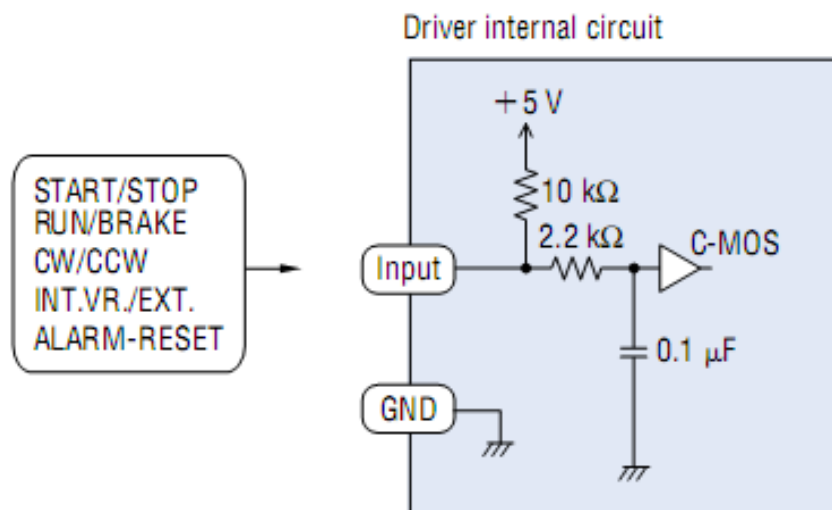
a. Sinyal Input

Rangkaian input pada driver motor dijelaskan pada Gambar 11. dan Gambar 12.

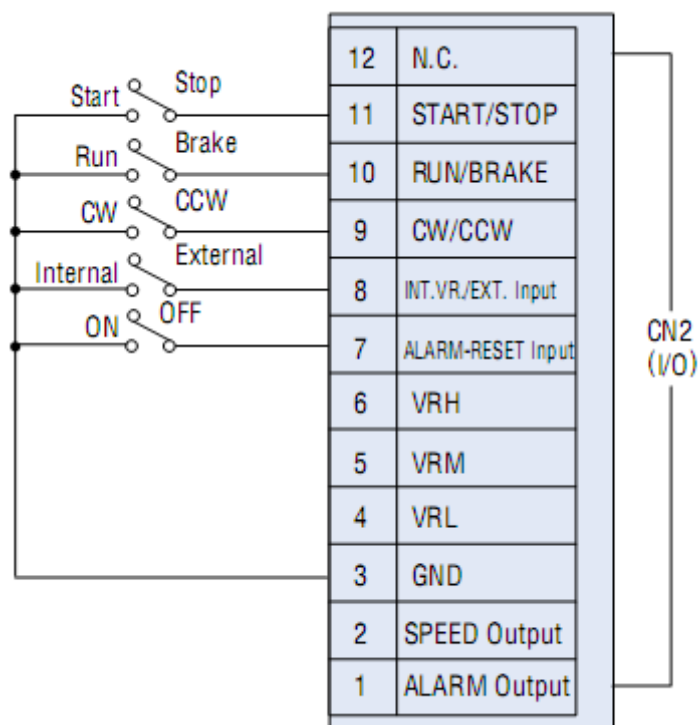
Rangkaian pada Gambar 11. dapat diimplementasikan apabila hendak mengendalikan secara manual, namun apabila ingin dikendalikan menggunakan kontroller, maka rangkaiannya seperti Gambar 13.



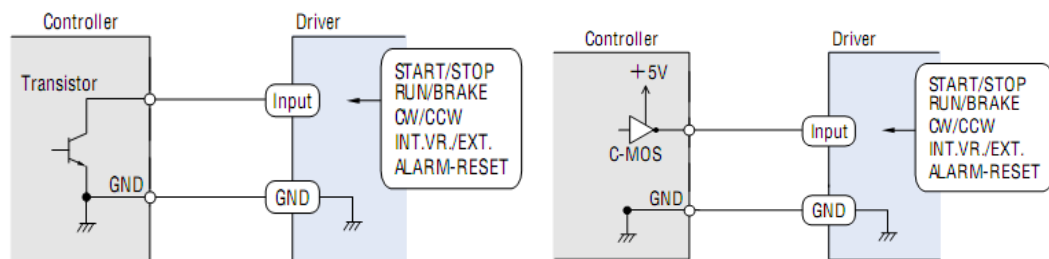
Gambar 11. *Timing Diagram* Motor DC Seri VEXTA(Sumber: Riyanto Sigit. 2007:23)



Gambar 12. Rangkaian Sinyal Input pada *Internal Driver*.(Sumber : Riyanto Sigit. 2007:21)



Gambar 13. Hubungan Saklar dengan Rangkaian Driver Motor DC Seri VEXTA.
(Sumber: Riyanto Sigit. 2007:21)



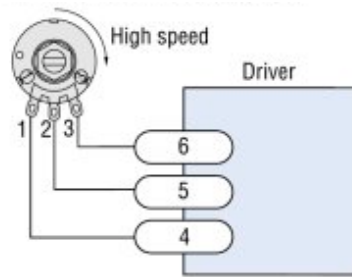
(a) Menggunakan Transistor

(b) Menggunakan CMOS

Gambar 14. Hubungan Rangkaian Sinyal Kontrol. (Sumber: Riyanto Sigit.

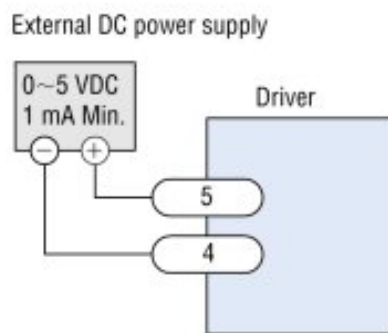
2007:22)

Input tegangan analog 0-5 volt dengan arus minimal 1 mA digunakan untuk pengendalian kecepatan. Potensiometer dapat dihubungkan dengan pin VRH, VRM dan VRL pada driver motor untuk *setting* secara manual.



Gambar 15. Pengendalian Kecepatan Secara Manual(Sumber : Riyanto Sigit. 2007:22)

Pin 6 tidak perlu dihubungkan jika menggunakan sumber tegangan. Jadi pin 5 dihubungkan dengan sumber +5V dan pin 4 dengan ground. Sumber tegangan dapat diganti menggunakan rangkaian filter RC atau dengan penambahan DAC jika menggunakan kontroler.

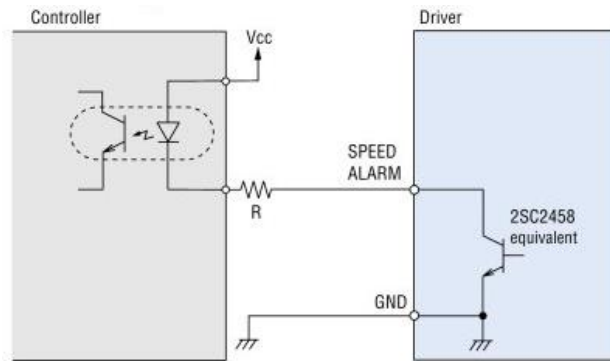


Gambar 16. Pengendalian Kecepatan dengan Sumber Tegangan(Sumber : Riyanto Sigit. 2007:23)

b. Sinyal Output

Siyal Output terdiri dari sinyal alarm dan sinyal kecepatan. Rangkaian pada driver internal dan untuk keperluan akuisisi data dapat dibuat seperti Gambar 13.

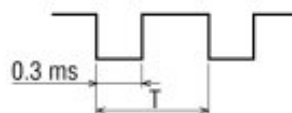
Sinyal output kecepatan berupa sinyal pulsa. Jumlah pulsa satu putaran poros motor adalah 30 pulsa, jadi dengan mengetahui waktu atau periode perpulsa maka kecepatan putar motor dapat dihitung dengan persamaan pada Gambar 14.



Gambar 17. Rangkaian Sinyal Output.(Sumber : Riyanto Sigit. 2007:22)

$$\text{Motor speed (r/min)} = \frac{\text{Speed output frequency [Hz]}}{30} \times 60 [\text{r/min}]$$

$$\text{SPEED output frequency (Hz)} = \frac{1}{T}$$



Gambar 18. Pulsa Keluaran Kecepatan Motor.(Sumber : Riyanto Sigit. 2007:25)

Sinyal alarm digunakan sebagai tanda bahwa terjadi kesalahan pada motor. Kesalahan itu dapat berupa kelebihan beban, ada fasa yang tidak aktif, kelebihan tegangan suplay (24V) 15 % atau lebih, tegangan suplay terlalu rendah (24V) 25 % atau lebih, kecepatan motor melebihi kecepatan maksimum yang diijinkan (3500 rpm).

6. Pemrograman Mikrokontroller

Sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC menggunakan sistem minimum dengan mikrokontroller sebagai unit utamanya. Mikrokontroller digunakan untuk menghubungkan perangkat masukan dan perangkat keluaran. Mikrontoller juga digunakan sebagai tempat untuk meletakkan sistem pengendalinya. Trainer ini menggunakan logika fuzzy sebagai pengendali yang ditanamkan pada

mikrokontroller. Mikrokontroller yang digunakan adalah ATmega16 yang merupakan keluarga dari AVR produk dari TMEL. Terdapat banyak perangkat lunak yang dapat digunakan untuk membuat program mikrokontroller dari AVR dengan bahasa pemrograman yang berbeda-beda.

Bahasa pemrograman diperlukan untuk berkomunikasi dengan mikrokontroller. Bahasa pemrograman ini dapat dibagi menjadi beberapa tingkatan, antara lain bahasa tingkat rendah (bahasa mesin) hingga bahasa tingkat tinggi. Bahasa mesin atau bahasa tingkat rendah merupakan bahasa yang paling mudah diterjemahkan oleh mesin seperti mikrokontroller atau prosesor, namun bahasa ini cukup sulit untuk ditulis atau dirangkai oleh pengguna. Sedangkan bahasa tingkat tinggi merupakan bahasa yang paling sulit diterjemahkan oleh mesin namun lebih mudah dioperasikan oleh pengguna. Salah satu bahasa tingkat tinggi yang dikembangkan dalam dunia pendidikan untuk berkomunikasi dengan mesin adalah bahasa C. Bahasa C dipilih karena struktur dan penggunaan yang cukup mudah.

Mikrokontroller juga mempunyai tipe data yang perlu diperhatikan dalam melakukan pemrograman. Tipe data merupakan jangkauan suatu data yang mampu dikerjakan atau diproses oleh mikrokontroller. Pengguna diharapkan dapat memilih tipe data dengan tepat sesuai dengan kebutuhan. Tipe data ini akan berpengaruh juga pada kapasitas penyimpanan pada mikrokontroller. Penggunaan tipe data yang tepat sesuai dengan kebutuhan dapat menghemat penyimpanan/*memory* sehingga mikrokontroler dapat menampung lebih banyak program. Beberapa tipe data yang ada pada mikrokontroller dapat ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Tipe Data pada Mikrokontroler.

Tipe	Ukuran (bits)	Jangkauan
bit	1	0,1
bool	8	0,1
char	8	-128 s/d 127
unsigned char	8	0 s/d 255
signed char	8	-128 s/d 127
int	16	-32768 s/d 32767
short int	16	-32768 s/d 32767
unsigned int	16	0 s/d 65535
signed int	16	-32768 s/d 32767
long int	32	-2147483648 s/d 2147483648
unsigned long int	32	0 s/d 4294967295
signed long int	32	-2147483648 s/d 2147483648
float	32	$\pm 1.175e-38$ s/d $3.402e38$
double	32	$\pm 1.175e-38$ s/d $3.402e38$

7. Mata Kuliah Praktik Robotika

Mata kuliah praktik robotika merupakan mata kuliah yang wajib ditempuh oleh peserta didik Program Pendidikan Teknik Mekatronika Jurusan Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Teknik UNY. Beberapa kompetensi yang harus dikuasai oleh peserta didik dalam mata kuliah ini antara lain 1) Memahami sistem robotika, 2) Memahami aplikasi sensor pada sistem robot, 3) Memahami aplikasi aktuator pada sistem robot, dan 4) Memahami kinematika dan dinamika untuk perancangan robot.

Salah satu kompetensi yang ada pada mata kuliah robotika yaitu memahami sistem robotika. Beberapa sistem yang ada dalam robotika antara lain yaitu sistem kendali. Sistem kendali dapat berupa sistem kendali manual dan sistem kendali otomatis. Sistem kendali otomatis yang biasa digunakan pada sistem robotika yaitu PID (*Proportional-Integral-Derivative*) dan juga logika fuzzy. Selain itu kompetensi yang harus dikuasai adalah memahami aplikasi aktuator pada sistem robot. Aktuator adalah komponen yang mengubah energi listrik menjadi mekanik (gerakan). Gerakan yang dihasilkan aktuator berfungsi untuk menggerakkan robot agar dapat berpindah kearah yang diinginkan. Aktuator

dibedakan berdasarkan gerakan rotasi dan lurus. Salah satu aktuator yang bergerak berdasarkan rotasi atau putaran adalah motor DC.

B. Penelitian yang Relevan

Penelitian yang dilakukan oleh H.Samsul Bachri M. (2004) dari Universitas Jember. Penelitian yang dilakukan berjudul Sistem Kendali *Hybrid PID* – Logika Fuzzy pada Pengaturan Kecepatan Motor DC. Penelitian dilakukan untuk mengimplementasikan sistem kendali kecepatan motor dengan sistem pengereman sebagai *disturbance*-nya. Sistem hybrid ini sebelumnya dikembangkan oleh *OMRON's Industrial Temperature Regulator*.

Sistem ini kendali utama adalah kendali PID sedangkan kendali logika fuzzy bekerja membantu untuk meminimalkan *overshot/undershot* yang terjadi dan juga meminimalkan recovery time dari respon sistem. Sistem kendali logika fuzzy yang didesain mempunyai 2 input yaitu error dan delta error dan output kecepatan motor. Besar output dari sistem kendali logika fuzzy hanya 50 % dari kendali PID. Hal ini dilakukan dengan membatasi semesta pembicaraan dari himpunan fuzzy untuk output. Dari desain sistem ini diharapkan sistem kendali secara keseluruhan yang merupakan *hybrid* antara PID dengan kendali logika fuzzy dapat menghasilkan respon sistem yang lebih baik.

Penelitian yang dilakukan oleh Dika Pragola (2015) Universitas Negeri Yogyakarta. Penelitian yang dilakukan oleh Dika Pragla berjudul “Pengembangan *Trainer* Sistem Kendali Posisi Motor DC Sebagai Media Pembelajaran Robotika”. Penelitian yang dilakukan berupa pengembangan *trainer* praktikum sistem kendali posisi sudut motor DC *Vexta*. Penelitian ini menggunakan PID sebagai kontrollernya dan menggunakan dua *tranduser* yaitu *rotary encoder* dan potensiometer untuk dibandingkan hasil pengendaliannya.

Penelitian ini menghasilkan sebuah trainer yang layak digunakan sebagai media pembelajaran mata kuliah Robotika. Penggunaan *Trainer* Sistem Kendali Posisi Motor DC mampu meningkatkan persentase kelulusan peserta didik dari 12,5% menjadi 68,75%.

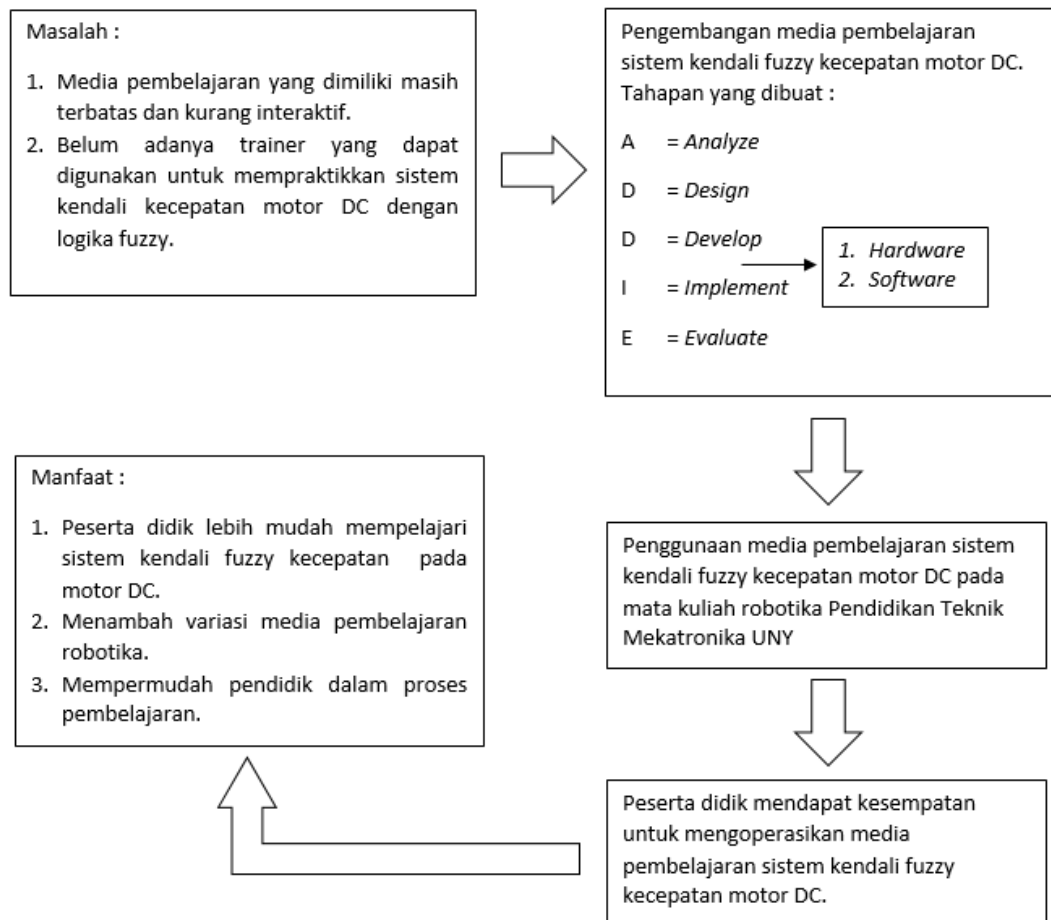
Penelitian yang dilakukan oleh Imam Faisal (2016) Universitas Negeri Yogyakarta berjudul “Pengembangan Media Pembelajaran Robotik Menggunakan Robot *Manipulator* Penyeleksi Benda Berbasis *Graphical User Interface*”. Penelitian salah satu tujuannya untuk mengetahui kelayakan dari media robot *manipulator* penyeleksi benda berbasis *graphical user interface* untuk mahasiswa Pendidikan Teknik Mekatronika UNY. Validasi instrumen yang digunakan adalah validasi konstruk dan validasi isi. Berdasarkan data yang ada instrument telah dinyatakan layak digunakan dengan perbaikan pada bulan November 2015.

C. Kerangka Berpikir

Media pembelajaran merupakan salah satu bahan ajar yang digunakan untuk membantu peserta didik belajar secara aktif dan mandiri. Proses pembelajaran Praktik Robotika masih belum maksimal dengan kurangnya bahan ajar berupa modul praktik. Peserta didik memerlukan bahan belajar yang tepat dan dapat membantu peserta didik mencapai tujuan dan kompetensi dari pembelajaran.

Pengembangan modul praktik diharapkan dapat membantu pendidik dan peserta didik dalam kegiatan pembelajaran. Proses yang dilakukan dalam pengembangan menggunakan model ADDIE (*Analyze, Design, Develop, Implement, dan Evaluate*). Modul praktik kendali kecepatan motor DC yang telah jadi diujikan dulu kepada ahli materi pembelajaran dan ahli media pembelajaran, dengan sebelumnya angket yang diberikan kepada ahli materi pembelajaran

dan ahli media pembelajaran telah divalidasi oleh minimal dua dosen atau ahli instrumen sebagai validator. Setelah media pembelajaran diujikan kepada ahli media pembelajaran dan ahli materi pembelajaran, media pembelajaran akan direvisi sesuai dengan komentar dan saran yang diberikan. Kemudian media pembelajaran akan diujikan pada kelompok kecil dan kelompok besar untuk nantinya didapatkan hasil tingkat kelayakan menurut pengguna.



Gambar 19. Diagram Kerangka Berpikir.

Proses implementasi kepada peserta didik dilakukan dengan pembelajaran seperti biasa dengan metode presentasi dan demonstrasi. Setelah itu, peserta didik diminta untuk mengisi angket. Angket akan menjadi bahan

untuk menentukan kelayakan modul praktik dipakai sebagai media pembelajaran. Untuk lebih jelas, kerangka berpikir ditunjukkan pada Gambar 15.

D. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan uraian sebelumnya dapat dirumuskan pertanyaan penelitian sebagai berikut :

1. Bagaimana unjuk kerja media pembelajaran sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC yang dikembangkan dalam penelitian?
2. Bagaimana tingkat kelayakan media pembelajaran sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC menurut ahli materi dan ahli media?
3. Bagaimana tingkat kelayakan media pembelajaran sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC menurut peserta didik Pendidikan Teknik Mekatronika UNY sebagai pengguna?

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam mengembangkan modul praktik sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC adalah penelitian dan pengembangan atau yang biasa dikenal dengan *Research and Development* (R&D). Menurut Sugiyono (2010: 407) metode penelitian dan pengembangan merupakan metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan suatu produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan suatu produk yang akan meningkatkan keefektifan proses pembelajaran dan memastikan layak untuk digunakan sebagai media pembelajaran.

Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah model desain pembelajaran ADDIE (*Analysis-Design-Develop-Implement-Evaluate*) dalam buku Robert Maribe Branch (2015). Model desain instruksional ADDIE merupakan model desain pembelajaran/pelatihan yang bersifat generik menjadi pedoman dalam membangun perangkat dan infrastruktur program pelatihan yang efektif, dinamis, dan mendukung kinerja pelatihan itu sendiri sehingga membantu instruktur pelatihan dalam pengelolaan pelatihan dan pembelajaran (Pargito, 2010:46). Pengembangan dilakukan pada modul praktik sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC yang belum ada pada pembelajaran Praktik Robotika Program Studi Pendidikan Teknik Mekatronika Universitas Yogyakarta. Langkah – langkah penelitian dan pengembangan yang dilakukan yaitu (1) Analisis, (2) Desain atau

perancangan media, (3) Pengembangan, (4) Implementasi, (5) Evaluasi (Branch,2009:2).

B. Prosedur Penelitian

Langkah – langkah yang dilakukan dalam penelitian dan pengembangan modul praktik sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC sebagai berikut :

1. Analisis

Analisis yang dilakukan berupa analisis kebutuhan pada mata kuliah Praktik Robotika. Untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan dilakukan observasi dan wawancara di lapangan. Observasi dilakukan saat mata kuliah Praktik Robotika berlangsung dengan peneliti berperan sebagai partisipan. Kegiatan observasi dilakukan dalam kelas mata kuliah Robotika tahun ajaran 2015/2016. Kegiatan observasi ditinjau dari 3 aspek yaitu perangkat pembelajaran, proses pembelajaran, dan peserta didik. Perangkat pembelajaran berupa silabus telah ada, namun RPP masih belum digunakan. Saat proses pembelajaran, pendidik menerangkan pokok bahasan secara singkat kemudian memberikan tugas pembuatan robot *line follower* yang harus dikerjakan secara berkelompok. Waktu pembuatan robot dilakukan selama 1 semester. Peserta didik dapat menghadiri kelas atau mengerjakan tugas di luar kelas. Saat menghadiri kelas, peserta didik diharapkan memberikan laporan kemajuan pembuatan tugas atau mengumpulkan tugas apabila sudah selesai. Tugas pembuatan *line follower* menjadi penilaian utama dalam mata kuliah Robotika. Modul pembelajaran yang lain juga belum ada selain tugas tersebut. Kegiatan pembelajaran berkelompok yang kurang terawasi membuat hanya sebagian peserta didik yang mengerjakan

tugas dengan sungguh-sungguh. Hasil observasi secara terperinci dapat dilihat pada Lampiran 1.10.

Hasil wawancara dengan rekan sebaya juga menunjukkan bahwa peserta didik cenderung merasa bosan dan kurang termotivasi dengan kegiatan pembelajaran yang monoton. Peserta didik merasa kemampuan yang kurang tereksplorasi dengan luasnya cakupan materi pembelajaran yang diberikan. Beberapa peserta didik memilih untuk membolos dan hanya datang saat mengumpulkan tugas saja.

Hasil observasi dan wawancara menunjukkan belum adanya media pembelajaran lain yang digunakan untuk kegiatan pembelajaran, sedangkan ada beberapa kompetensi yang harus dicapai antara lain sistem kendali kecepatan motor DC. Oleh sebab itu, diperlukan media pembelajaran yang dapat didemonstrasikan dalam kelas tentang sistem kendali kecepatan motor DC dengan sebelumnya diberikan materi terlebih dahulu dengan metode presentasi oleh pendidik.

2. Perancangan Media

Perancangan dilakukan setelah seluruh data hasil analisis didapatkan. Pembuatan rancangan media pembelajaran berupa modul praktik sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC dilakukan pada tahap ini. Modul praktik sistem kendali fuzzy terdiri dari 3 bagian utama yaitu masukan, controller, dan keluarannya. Masukan berupa angka yang diinput user menggunakan keypad. Kemudian data diproses oleh mikrocontroller. Mikrocontroller yang telah ditanamkan sistem kendali fuzzy akan menstabilkan kecepatan yang telah dimasukkan. Sistem kendali fuzzy dibuat untuk mencoba menyamakan

kecepatan yang dikeluarkan sesuai dengan yang telah diinputkan. Angka hasil penstabilan ditampilkan menggunakan LCD.

3. Pembuatan dan Pengembangan Produk

Proses dilanjutkan pada pembuatan dan pengembangan produk setelah rancangan modul praktik sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC. Analisis kebutuhan material dan alat kerja harus dilaksanakan terlebih dahulu sebelum pembuatan produk dilakukan. Pengembangan modul praktik sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC dilakukan menggunakan tahapan sebagai berikut :

- 1) Pembuatan *perangkat keras* mekanik (box)
- 2) Pembuatan *perangkat keras* elektronik (power supply, sistem minimum, driver motor).
- 3) Penempatan komponen elektronik dan pengkabelan.
- 4) Pembuatan *software* program sistem kendali mikrokontroler menggunakan CodevisionAVR.

4. Implementasi (Uji Lapangan dan Revisi Produk)

a. Uji coba produk

Uji coba produk dilakukan dengan cara menguji unjuk kerja modul praktik sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC. Tujuan dari tahapan ini untuk mendapatkan masukan dari beberapa ahli mengenai modul praktik yang telah dibuat termasuk hubungannya dengan materi ajar robotika yang diterapkan. Uji coba ini dilakukan oleh ahli media dan ahli materi. Ahli media dan ahli materi diminta untuk mengisi angket mengenai modul praktik yang telah dibuat.

b. Revisi Produk

Revisi produk dilakukan setelah dilakukan uji coba oleh ahli media dan ahli materi. Revisi dilakukan berdasarkan masukan yang diberikan oleh ahli media dan ahli materi.

c. Uji lapangan kelompok kecil

Uji lapangan dilakukan setelah revisi produk selesai dilakukan. Uji lapangan dibagi menjadi dua, yaitu uji lapangan kelompok kecil dan uji lapangan kelompok besar. Uji lapangan yang dilakukan pertama kali yaitu uji lapangan kelompok kecil. Tujuan dari uji lapangan kelompok kecil adalah untuk mengetahui tingkat kelayakan modul praktik sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC sebagai media pembelajaran praktik robotika. Uji lapangan kelompok kecil dilakukan terhadap responden yang terdiri dari delapan calon pengguna. Responden diminta untuk memberikan penilaian terhadap kelayakan produk termasuk komentar dan saran.

d. Revisi produk operasional

Kesimpulan hasil dari angket yang telah diisi oleh kelompok kecil dijadikan bahan untuk merevisi produk sebelum dilakukan uji coba pada kelompok besar.

e. Uji lapangan kelompok besar

Uji lapangan kelompok besar dilakukan terhadap responden yang terdiri peserta didik mata kuliah praktik robotika Prodi Pendidikan Mekatronika tahun ajaran 2016/2017. Uji coba dilakukan saat proses pembelajaran praktik robotika. Modul praktik digunakan sebagai media pembelajaran. Proses uji lapangan kelas besar dilaksanakan dengan langkah sebagai berikut :

1. Pemberian materi pembelajaran dengan cara presentasi oleh pendidik. Selain itu peserta didik juga diberikan penjelasan mengenai cara kerja dari modul praktik sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC.
2. Peserta didik melakukan praktik langsung dengan memanfaatkan *jobsheet* sebagai panduan dan bahan ajar.
3. Setelah proses pembelajaran selesai, peserta didik diberikan angket untuk diisi. Angket bertujuan untuk mengetahui tingkat kelayakan modul praktik sesuai dengan pandangan peserta didik sebagai pengguna.

f. Revisi akhir produk

Revisi akhir bertujuan untuk menyempurnakan produk berdasarkan hasil angket yang diisi oleh kelompok besar. Masukan – masukan dari angket disimpulkan kemudian digunakan untuk merevisi produk.

5. Evaluasi

Evaluasi dilakukan setelah seluruh proses uji lapangan selesai dengan baik. Tujuan dari evaluasi untuk menganalisis kemampuan dan kekurangan dari produk yang telah dibuat dan dimungkinkan untuk dilakukan pengembangan lebih lanjut. Apabila produk telah dinyatakan layak, maka dapat dilakukan penyebaran hasil akhir produk untuk pendidik lain sehingga untuk kelanjutannya diharapkan dapat diimplementasikan pada kelas lainnya.

C. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan sejak Maret 2016 hingga selesai. Lokasi penelitian bertempat di Jurusan Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.

D. Subjek Penelitian

Subjek penelitian adalah peserta didik Program Studi Pendidikan Teknik Mekatronika Universitas Negeri Yogyakarta.

E. Teknik Pengumpulan Data

Ada dua teknik yang pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini . tiga teknik tersebut yaitu observasi dan kuesioner (angket).

1. Metode observasi

Observasi dilakukan untuk mengetahui karakteristik, situasi, dan kondisi tempat penelitian. Metode observasi yang digunakan adalah metode observasi nonsimetris. Metode ini dilakukan dengan cara mengamati kegiatan pembelajaran, media yang digunakan dan pencapaian kompetensi. Data observasi sebelum dilakukan penelitian digunakan dalam pembuatan latar belakang dan identifikasi masalah yang telah dijabarkan pada BAB I dan pada prosedur penelitian pada BAB III. Data observasi setelah penelitian akan dijabarkan dalam BAB IV.

2. Kuesioner (Angket)

Sugiyono (2010:199) menyatakan bahwa kuisisioner merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara memberi seperangkat pertanyaan atau pernyataan tertulis kepada responden untuk dijawabnya. Responden yang dimaksud pada penelitian ini adalah ahli materi, ahli media dan peserta didik. Penyusunan kuesioner menggunakan skala Likert dengan empat alternatif jawaban yaitu sangat setuju, setuju, kurang setuju, dan tidak setuju. Penggunaan empat pilihan ini diharapkan dapat mengungkap perbedaan sikap responden secara maksimal.

F. Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian merupakan alat yang dapat digunakan dalam pengukuran terhadap fenomena sosial maupun alam (Sugiyono, 2015:148). Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah angket, guna memperoleh informasi tentang kelayakan modul praktik kendali kecepatan motor DC. Instrumen yang digunakan berupa angket tertutup, yaitu angket yang telah dilengkapi dengan pilihan jawaban. Angket ini menggunakan skala Likert dengan empat alternatif jawaban. Responden dapat memilih satu satu diantara empat jawaban yang telah disediakan. Angket tertutup ini diajukan kepada dosen ahli materi, dosen ahli media, dan peserta didik yang mengikuti mata kuliah Robotika Program Studi Pendidikan Teknik Mekatronika Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.

1. Instrumen Angket Media Pembelajaran

Instrumen untuk mengukur kelayakan media pembelajaran dibuat dalam bentuk angket. Angket ini diberikan kepada ahli media dan peserta didik sebagai responden. Angket dibuat menggunakan skala Likert dengan empat pilihan jawaban. Menurut Sugiyono (2010:134) Skala Likert dapat digunakan untuk mengukur sikap, pendapat, dan persepsi seseorang atau kelompok dalam suatu penelitian. Angket media pembelajaran diadopsi dari penelitian yang dilakukan oleh Imam Faisal tahun 2015. Kisi – kisi angket media pembelajaran ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kisi – kisi Angket Media Pembelajaran

No.	Aspek	Indikator	No. butir
1	Aspek Kemanfaatan Media	Mengetahui manfaat media pembelajaran terhadap materi ajar	1, 2
		Mengetahui manfaat media pembelajaran terhadap pendidik	3, 4
		Mengetahui manfaat media pembelajaran terhadap peserta didik	5, 6
		Mengetahui manfaat media pembelajaran terhadap materi ajar lain	7, 8
2	Aspek rekayasa perangkat media	Mengetahui tingkat pemahaman perangkat lunak/ <i>software</i> pada media pembelajaran	9, 10
		Mengetahui tingkat kejelasan konstruksi dan tata letak media pembelajaran	13,14
		Mengetahui tingkat kejelasan fungsi bagian-bagian media pembelajaran	15,16
		Mengetahui kualitas bahan dan komponen media pembelajaran	17,18
3	Aspek komunikasi visual	Mengetahui tingkat kemudahan pengoperasian media pembelajaran	19
		Mengetahui tingkat kemenarikan tampilan media pembelajaran	20,21,22
		Mengetahui tingkat kesesuaian media pembelajaran terhadap sasaran	23

Angket media pembelajaran menggunakan data interval dengan skor 1 sampai dengan 4. Penjelasan skor yang digunakan ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Skor Jawaban Angket

Skor = 4	Skor = 3	Skor = 2	Skor = 1
Sangat Tepat	CukupTepat	Kurang Tepat	Tidak Tepat
Sangaet Sesuai	Cukup Sesuai	Kurang Sesuai	Tidak Sesuai
Sangat Relevan	Cukup Relevan	Kurang Relevan	Tidak Relevan
Sangat Lengkap	Cukup Lengkap	Kurang Lengkap	Tidak Lengkap
Sangat Jelas	Cukup Jelas	Kurang Jelas	Tidak Jelas
Sangat Luas	Cukup Luas	Kurang Luas	Sempit
Sangat Baik	Cukup Baik	Kurang Baik	Buruk
Sangat Mudah	Cukup	Biasa saja	Sulit

2. Instrumen Angket Materi Pembelajaran

Tabel 5. Kisi- kisi Instrumen Materi Pembelajaran

No.	Aspek	Indikator	No. butir
1	Aspek Relevansi / Kualitas Materi	Mengetahui kesesuaian materi pada media pembelajaran	1
		Mengetahui tingkat kompetensi	2,3
		Mengetahui cakupan materi yang terkandung pada media	4,5,6,7
		Mengetahui tingkat kesesuaian kondisi peserta didik dengan media pembelajaran yang dibutuhkan	8,9,10,11,12,13,14,15
2	Aspek Kemanfaatan	Memudahkan pendidik menyampaikan materi	16
		Mempermudah pemahaman peserta didik	17
		Menambah motivasi peserta didik	18,19

Instrumen materi pembelajaran digunakan untuk meneliti kualitas materi dan kemanfaatan jobsheet dan modul praktik kendali kecepatan motor DC sebagai media pembelajaran pada mata kuliah Praktik Robotika. Kisi – kisi

pada angket ini diadopsi dari penelitian Dikka Pragola yang dilakukan tahun 2015. Kisi – kisi angket materi pembelajaran ditunjukkan pada Tabel 5.

Angket materi pembelajaran menggunakan data interval dengan skor 1 sampai dengan 4. Penjelasan skor yang digunakan ditunjukkan pada Tabel 4.

G. Pengujian Instrumen

1. Validitas Instrumen

Instrumen yang valid berarti instrumen tersebut dapat digunakan untuk mengukur apa yang seharusnya diukur (Sugiyono, 2015:173). Penelitian ini menggunakan instrumen angket dan instrumen tes. Instrumen berupa angket yang akan digunakan pada penelitian ini harus melalui validitas konstruk (*construct validity*) dan validitas empiris.

Sugiyono (2010:177) menyatakan bahwa untuk menguji validitas konstruk, dapat digunakan pendapat dari para ahli (*judgement expert*). Dalam hal ini setelah instrumen dikonstruksi tentang aspek-aspek yang akan diukur dengan berlandaskan teori tertentu, maka selanjutnya dikonsultasikan dengan ahli. Validitas empiris instrumen diuji dengan cara membandingkan (untuk mencari kesamaan) antara kriteria yang ada pada instrumen dengan fakta-fakta empiris yang terjadi di lapangan.

Analisis butir dilakukan dengan menggunakan Korelasi *Product Moment* dengan rumus sebagai berikut, Sugiono (2015:255):

$$r_{xy} = \frac{N\sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{\{N\sum X^2 - (\sum X)^2\}\{N\sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}}$$

Keterangan :

r_{xy} : Koefisien korelasi antara variabel x dan y

N	: jumlah butir
ΣXY	: jumlah perkalian skor total dengan skor butir
X	: skor butir
Y	: skor total

Uji signifikansi hasil korelasi dengan menggunakan uji-t dilakukan setelah ditemukan nilai korelasi *product moment*. Pengujian ini dilakukan dengan cara membandingkan t-hitung dengan t-tabel dengan signifikansi 5%. Butir item tersebut valid jika $t_{hitung} \geq t_{tabel}$. Cara memperoleh rumus t-hitung sebagai berikut:

$$t_{hit} = \frac{r_{xy}\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r_{xy}^2}}$$

2. Reliabilitas Instrumen

Sugiyono (2010: 173) menjelaskan bahwa instrumen yang reliabel adalah instrumen yang bila digunakan beberapa kali untuk mengukur objek yang sama, akan menghasilkan data yang sama. Pengujian reliabilitas pada penelitian ini menggunakan konsistensi internal yaitu dengan cara mencobakan instrumen sekali saja, kemudian data yang diperoleh dianalisis dengan teknik tertentu. Pengujian reliabilitas pada penelitian ini menerapkan teknik belah dua (*split half*) dari Spearman Brown (Sugiyono, 2015: 185). Metode ini memperkirakan konsistensi internal dengan jalan membagi skala menjadi dua bagian (misalnya butir bernomor ganjil dan genap, atau skala pertama setengah dan setengah skala kedua), kemudian dibuat analisis korelasi antara dua bagian data tersebut. Formula umumnya adalah sebagai berikut :

$$r_i = \frac{2r_b}{1 + r_b}$$

Keterangan :

r_i : reliabilitas internal seluruh instrumen

r_b : korelasi *productmoment* antara belahan pertama dan belahan kedua

Tabel 6. Interpretasi Nilai Koefisien Reliabilitas (Sumber :Suharsimi Arikunto (2010: 124))

Koefisien Reliabilitas	Tingkat Reliabilitas
0,800 – 1,000	Sangat tinggi
0,600 – 0,800	Tinggi
0,400 – 0,600	Cukup
0,200 – 0,400	Rendah
0,000 – 0,200	Sangat rendah

H. Teknik Analisis Data

1. Analisis Data Kelayakan Media Pembelajaran

Metode analisis yang digunakan dalam penelitian kuantitatif merupakan metode analisis deskriptif. Analisis deskriptif yaitu penggambaran atau pendeskripsian secara sistematis, faktual, dan akurat terhadap masalah yang diselidiki. Instrumen akan digunakan dalam penelitian kuantitatif untuk mengumpulkan data. Instrumen digunakan untuk mengukur nilai variable yang akan diteliti. Setiap instrumen harus mempunyai skala agar dihasilkan data yang akurat. Skala Likert dengan empat alternatif jawaban menjadi skala yang digunakan dalam penelitian ini. Skala Likert dipilih karena dapat mengukur sikap, pendapat, dan persepsi seseorang. Setiap jawaban dari responden kemudian dikoversikan ke dalam bentuk angka kemudian dianalisis.

Skor yang diperoleh kemudian dikonversikan menjadi empat skala kategori kelayakan seperti Tabel 7.

Tabel 7. Kategori Kelakayan Jawaban Angket

Interval Skor	Kategori
$M_i + 1,50 SD_i < X \leq M_i + 3 SD_i$	Sangat Layak / Sangat Baik
$M_i < X \leq M_i + 1,50 SD_i$	Layak / Baik
$M_i - 1,50 SD_i < X \leq M_i$	Cukup Layak / Cukup Baik
$M_i - 3 SD_i < X \leq M_i - 1,50 SD_i$	Tidak Layak / Tidak Baik

Keterangan :

Min_i : Nilai minimum ideal = jumlah butir soal x 1

Max_i : Nilai maksimum ideal = jumlah butir soal x 5

Mean : Rata – rata skor ideal = $(Max_i + Min_i) \times \frac{1}{2}$

SD_i : Simpangan baku ideal = $(Max_i - Min_i) \times \frac{1}{6}$

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Data Uji Coba

Pengujian produk penelitian dilakukan dalam tiga tahap. Hasil dari masing-masing pengujian antara lain berupa saran dan kesimpulan menjadi dasar untuk melakukan revisi terhadap produk penelitian. Revisi tahap pertama dilakukan setelah pengujian yang dilakukan oleh para ahli, yaitu ahli media dan ahli materi. Kemudian hasil pengujian lapangan dengan kelas kecil menjadi dasar untuk melakukan revisi kedua. Kelompok kelas besar atau uji operasional menjadi subjek untuk melakukan pengujian terakhir dengan hasil yang akan dijadikan revisi terakhir.

1. Data Uji Coba Bentuk Awal Produk

Bentuk awal produk akan diuji oleh para ahli, yaitu ahli media dan ahli materi. Pengujian oleh ahli media bertujuan untuk menentukan kelayakan media pembelajaran berdasarkan konstruksi dan cara kerja produk tersebut. Pengujian oleh ahli materi bertujuan untuk menentukan kelayakan dari segi materi pembelajaran yang terkandung dalam produk tersebut.

a. Pengujian ahli media

Pengujian oleh ahli media dilakukan dengan menilai bentuk fisik dan unjuk kerja dari produk yang akan digunakan dalam proses pembelajaran. Ahli media selanjutnya mengisi instrumen berupa angket yang berisikan pernyataan-pernyataan yang berkaitan dengan aspek uji coba media yaitu kemanfaatan, rekayasa perangkat produk, dan komunikasi visual.

Berdasarkan hasil pengujian, ahli media memberikan beberapa saran untuk media pembelajaran yang digunakan untuk dijadikan bahan revisi

tahap awal produk. Hasil lengkap dari uji coba oleh media dapat dilihat pada Lampiran 3. Penilaian kelayakan yang diberikan oleh ahli media pembelajaran ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Penilaian Kelayakan Ahli Media Pembelajaran.

No	Aspek	Rerata \sum Skor	Kategori
1	Kemanfaatan	24.50	Layak
2	Rekayasa Perangkat Media	32.5	Layak
3	Komunikasi Visual	13.5	Layak
Rerata \sum Skor Total		70.5	Layak

Komentar/saran yang diberikan oleh ahli media pembelajaran ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Komentar /Saran dari Ahli Media Pembelajaran.

No	Validator	Komentar / Saran
1	Ahli Media 1	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pemahaman open loop harap dibetulkan, kecepatan motor akan berkurang saat terbebani ➤ Program dibuat terpisah tiap bagian/fungsi selain program lengkapnya. ➤ Tambahkan fasilitas pengereman pada media untuk pembebanan motor.
2	Ahli Media 2	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Dilengkapi keterangan tombol <i>port downloader</i>. ➤ Tombol stop belum ada.

b. Pengujian ahli materi

Instrumen pengujian oleh ahli materi berupa *jobsheet* yang berisikan materi-materi berkaitan dengan media pembelajaran. Instrumen angket juga diberikan pada ahli materi untuk diisi pernyataan-pernyataan yang ada yang berkaitan dengan aspek materi pembelajaran yaitu relevansi materi dan kemanfaatan. Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh komentar dan saran yang digunakan sebagai bahan untuk melakukan revisi terhadap produk penelitian. Hasil lengkap dari pengujian materi dapat dilihat pada Lampiran

3. Ringkasan penilaian kelayakan oleh ahli materi pembelajaran ditampilkan dalam Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Penilaian Kelayakan Ahli Materi Pembelajaran.

No	Aspek	Rerata Σ Skor	Kategori
1	Relevansi Materi	50.50	Sangat Layak
2	Kemanfaatan	14.5	Sangat Layak
Rerata Σ Skor Total		65	Sangat Layak

Komentar dan saran yang diberikan oleh para ahli materi terhadap produk ditunjukkan pada Tabel 11.

Tabel 11. Komentar / Saran Ahli Materi Pembelajaran.

No	Validator	Komentar / Saran
1	Ahli Media 1	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sistematika <i>jobsheet</i> perlu direvisi sesuai dengan saran pada naskah. ➤ <i>Jobsheet</i> perlu dipotong sesuai dengan satuan waktu tatap muka.
2	Ahli Media 2	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pada langkah kerja no.8 dimohon disebut spesifik nama program dilampiran yang harus diketik. ➤ Mohon ditambahkan gambar secara shoot tampilan LCD yang menunjukkan kecepatan aktual. ➤ Perlu ditambah tabel perbandingan antara tabel uji 1 dan uji 2 sehingga nampak efek dari kendali fuzzy-nya.

2. Data Uji Kelompok Kecil (Lapangan)

Uji coba lapangan produk penelitian ini dilakukan melalui kelas kecil. Kelas kecil terdiri dari beberapa responden sebagai pengguna media pembelajaran. Uji coba dilakukan setelah dilakukan revisi berdasarkan komentar dan saran dari ahli media dan ahli materi. Responden terdiri dari 8 mahasiswa Program Studi Pendidikan Mekatronika yang diambil secara acak. Pengujian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat kelayakan produk berdasarkan sudut pandang pengguna. Instrumen yang diberikan berupa angket yang berisikan

pernyataan-pernyataan yang berkaitan dengan produk secara langsung. Aspek yang digunakan dalam angket antara lain aspek desain tampilan, pengoperasian media pembelajaran, kualitas materi dan kemanfaatan. Hasil lengkap uji coba lapangan dapat dilihat pada Lampiran 3 . Rangkuman dari hasil uji coba lapangan ditunjukkan pada Tabel 12.

Tabel 12. Hasil Penilaian Kelayakan Uji Coba Lapangan.

No	Aspek	Rerata Σ Skor	Kategori
1	Komunikasi Visual	13.25	Sangat Layak
2	Rekayasa Perangkat	21.87	Layak
3	Kemanfaatan	21.75	Layak
4	Kualitas Materi	16.62	Cukup Layak
Rerata Σ Skor Total		73.5	Layak

3. Data Uji Coba Kelas Besar (Operasional)

Pengujian operasional dilakukan setelah uji coba lapangan selesai dilakukan termasuk revisi berdasarkan hasil, saran dan komentar yang diberikan responden. Pengujian operasional dilakukan terhadap peserta didik yang mengikuti mata kuliah Praktik Robotika tahun ajaran 2016/2017. Uji coba ini diikuti oleh 17 peserta didik. Instrumen yang diberikan sama seperti uji coba lapangan yaitu angket yang berisikan pernyataan-pernyataan sesuai dengan aspek materi dan media pembelajaran. Uji coba operasional ini bertujuan untuk menganalisis tingkat kelayakan produk berdasarkan sudut pandang pengguna secara langsung yaitu peserta didik mata kuliah Robotika. Hasil uji coba operasional secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 3. Ringkasan hasil pengujian lapangan ditunjukkan dengan Tabel 13.

Tabel 13. Hasil Penilaian Kelayakan Uji Coba Operasional.

No	Aspek	Rerata \sum Skor	Kategori
1	Komunikasi Visual	12.41	Layak
2	Rekayasa Perangkat	21	Layak
3	Kemanfaatan	20.82	Layak
4	Kualitas Materi	17.05	Cukup Layak
Rerata \sum Skor Total		71.29	Layak

B. Analisis Data

1. Analisis Instrumen Penelitian

Pengujian instrumen penelitian ditujukan untuk menilai tingkat kelayakan media pembelajaran dan materi pembelajaran dari produk penelitian. Instrumen penelitian dibuat berdasarkan aspek dan indikator yang telah dibuat sebelumnya pada Tabel 3 dan Tabel 4. Uji validasitas dan realibilitas terhadap instrumen tersebut dilakukan setelahnya. Validitas penelitian diuji menggunakan tiga cara yaitu uji validitas konstruk, uji validitas isi, dan uji validitas item. Validitas konstruk diuji dengan menggunakan pendapat para ahli yaitu berupa saran dan komentar. Saran dan komentar dari para ahli selanjutnya digunakan sebagai bahan untuk melakukan revisi terhadap produk. Untuk validitas isi diuji dengan cara membandingkan setiap isi butir instrumen dengan materi pembelajaran yang telah disampaikan. Setelah instrumen direvisi menggunakan saran para ahli dan dinyatakan layak, selanjutnya dilakukan pengujian validitas item. Uji validitas item dilakukan dengan cara menguji coba instrumen terhadap 8 orang responden dalam kelas kecil yang selanjutnya dihitung korelasi antar item. Instrumen yang diujikan terdiri dari 16 butir soal tentang media pembelajaran dan 7 butir soal tentang materi pembelajaran.

Tabel 14. Hasil Uji Validitas Instrumen Angket Pengguna.

No Soal	Korelasi (rxy)	t-hit	t-tabel	Ket
1	0.886	4.68	Signifikansi 5% derajat kebebasan 6 t-tabel = 1,943 t-hit \geq t-tabel -> valid t-hit < t-tabel -> tidak valid	valid
2	0.749	2.769		valid
3	0.276	0.703		valid
4	0.727	2.593		valid
5	0.521	1.495		valid
6	-0.065	-0.16		tidak
7	-0.027	-0.066		tidak
8	0.511	1.456		valid
9	0.749	2.769		valid
10	0.67	2.211		valid
11	0.458	1.262		valid
12	0.35	0.915		valid
13	0.512	1.46		valid
14	0.181	0.451		valid
15	0.35	0.915		valid
16	0.521	0.469		valid
17	0.276	0.331		valid
18	0.276	0.331		valid
19	0.156	0.163		valid
20	0.662	0.626		valid
21	0.512	0.58		valid
22	0.276	0.331		valid
23	0.181	0.257		valid

Selanjutnya data hasil uji coba kelas kecil akan dihitung menggunakan aplikasi Microsoft Excel untuk mendapatkan t-hitung. Data t-hitung kemudian dibandingkan dengan t-tabel. Apabila t-hitung \geq t-tabel, maka butir soal dianggap valid. Namun jika t-hitung < t-tabel, maka butir soal dianggap tidak valid. Tingkat signifikansi yang digunakan adalah 5% dengan derajat kebebasan 6. Hasil perhitungan analisis uji validitas secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 2. Ringkasan dari hasil uji validitas ditunjukkan menggunakan Tabel 14.

Berdasarkan data hasil uji validitas tersebut terdapat dua butir soal instrumen angket yang dinyatakan tidak valid, sehingga kedua butir soal yang dinyatakan tidak valid dinyatakan gugur dan tidak akan diikuti dalam uji coba selanjutnya pada kelas besar atau uji coba operasional.

Tabel 15. Reliabilitas Instrumen Angket Pengguna.

Jumlah ganjil (X)	Jumlah genap (Y)	$r_b = \frac{N\sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{\{N\sum X^2 - (\sum X)^2\}\{N\sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}}$
38	39	
42	38	$r_b = 0,829$
40	37	
38	35	
36	34	$r_i = \frac{2r_b}{1 + r_b}$
34	31	
36	33	$r_i = 0,907$
39	38	

Uji reabilitas menggunakan metode *split half* dilakukan setelah butir soal instrumen dinyatakan valid. Masing-masing butir soal dibagi menjadi dua kelompok, ganjil dan genap. Nilai dari masing-masing kelompok dijumlahkan dan dicari korelasinya. Korelasi yang didapatkan selanjutnya digunakan untuk menghitung reabilitas instrumen menggunakan rumus Spearman Brown. Berdasarkan data yang ditunjukkan pada Tabel 15, koefisien reabilitas instrumen = 0,907 sehingga dapat dinyatakan bahwa sangat reliabel.

2. Analisis Ahli Media Pembelajaran

Pengujian oleh ahli media menggunakan instrumen angket yang terdiri dari tiga aspek yaitu komunikasi visual, kemanfaatan, dan kualitas materi. Terdapat total 23 butir indikator yang diberikan untuk memberikan penilaian terhadap media pembelajaran berdasarkan tiga aspek tersebut. Skala interval

yang digunakan dalam angket yaitu skala satu sampai empat. Berdasarkan hasil penilaian diperoleh skor tertinggi ideal adalah 92, skor terendah ideal 23, rerata ideal 57,5, dan simpangan baku ideal 11,5. Hasil konversi nilai rerata ideal skor total dengan skala empat untuk instrumen ahli media pembelajaran ditunjukkan menggunakan Tabel 16.

Tabel 16. Konversi Skor Rerata Ideal Seluruh Aspek Media Pembelajaran.

Keseluruhan Aspek	Interval Skor	Kategori
Skor Tertinggi : 92	$74.8 < X \leq 92$	Sangat Layak
Skor Terendah : 23	$57.5 < X \leq 74.8$	Layak
Rerata Ideal : 57.5	$40.3 < X \leq 57.5$	Cukup Layak
Simpangan Baku Ideal : 11.5	$23 \leq X \leq 40.3$	Tidak Layak

Setiap aspek dipisah untuk ditentukan interval skor ideal sesuai dengan kategorinya masing – masing. Aspek kemanfaatan terdiri dari 8 butir indikator dengan skor tertinggi ideal 32, skor terendah ideal 8, rerata ideal 20, dan simpangan baku ideal 4. Konversi interval skor terhadap kategori ditunjukkan dengan Tabel 17.

Tabel 17. Konversi Skor Rerata Ideal Aspek Kemanfaatan.

Aspek Kemanfaatan	Interval Skor	Kategori
Skor Tertinggi : 32	$26 < X \leq 32$	Sangat Layak
Skor Terendah : 8	$20 < X \leq 26$	Layak
Rerata Ideal : 20	$14 < X \leq 20$	Cukup Layak
Simpangan Baku Ideal : 4	$8 \leq X \leq 14$	Tidak Layak

Penilaian aspek Rekaya Perangkat terdiri dari 10 butir indikator. Skor tertinggi adalah 40, skor terendah 10, rerata ideal 25, dan simpangan baku ideaal adalah 5. Tabel 18 menunjukkan ringkasan konversi skor terhadap kategorinya.

Tabel 18. Konversi Skor Rerata Ideal Aspek Rekayasa Perangkat.

Aspek Rekayasa Perangkat	Interval Skor	Kategori
Skor Tertinggi : 40	$32.5 < X \leq 40$	Sangat Layak
Skor Terendah : 10	$25 < X \leq 32.5$	Layak
Rerata Ideal : 25	$17.5 < X \leq 25$	Cukup Layak
Simpangan Baku Ideal : 5	$10 \leq X \leq 17.5$	Tidak Layak

Terakhir untuk penilaian aspek komunikasi visual dilakukan dengan memberikan 5 butir indikator. Skor tertinggi yang didapat adalah 20, skor terendah 5, rerata ideal 12,5, dan simpangan baku ideal 2,5. Konversi skor terhadap kategori aspek komunikasi visual ditunjukkan pada Tabel 19.

Tabel 19. Konversi Skor Rerata Ideal Aspek Komunikasi Visual

Aspek Komunikasi Visual	Interval Skor	Kategori
Skor Tertinggi : 20	$16.3 < X \leq 20$	Sangat Layak
Skor Terendah : 5	$12.5 < X \leq 16.3$	Layak
Rerata Ideal : 12.5	$8.75 < X \leq 12.5$	Cukup Layak
Simpangan Baku Ideal : 2.5	$5 \leq X \leq 8.75$	Tidak Layak

Tabel 20. Hasil Akhir Penilaian Ahli Media Pembelajaran.

No	Aspek	Validator		Rerata Skor	Kategori
		Ahli Media 1	Ahli Media 2		
1	Kemanfaatan	24	25	24.5	Layak
2	Rekayasa Perangkat	30	35	32.5	Layak
3	Komunikasi Visual	14	13	13.5	Layak
Skor Total		68	73	70.5	Layak

Berdasarkan skor ideal dan kategori yang telah disusun dari masing-masing aspek, kesimpulan yang dapat diambil dari penilaian kelayakan oleh ahli media pembelajaran ditunjukkan pada Tabel 20.

Tabel 20. menunjukkan berdasarkan aspek kemanfaatan rerata skor mendapat 24,5 dengan kategori “Layak”, aspek rekayasa perangkat dikategorikan “Layak” dengan rerata skor 32,5 , dan aspek komunikasi visual dengan rerata skor 13,5 dan kategori “Layak”. Total rerata skor yang didapatkan adalah 70,5 dengan kategori “Layak”. Dapat disimpulkan bahwa produk yang telah dinilai oleh ahli media pembelajaran dikategorikan “Layak” dan dapat digunakan sebagai bahan untuk penelitian pengembangan media pembelajaran sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC.

3. Analisis Ahli Materi Pembelajaran

Uji validitas oleh ahli materi juga dilakukan oleh dua orang. Masing-masing ahli materi mengisi angket yang berisi pernyataan-pernyataan dengan aspek penilaian yaitu aspek relevansi materi ajar dan aspek kemanfaatan. Jumlah butir indikator yang diberikan dalam instrumen untuk ahli materi pembelajaran adalah 19 butir. Aspek yang digunakan dalam instrumen materi pembelajaran adalah aspek kualitas materi dan aspek kemanfaatan. Terdapat 15 butir indikator untuk aspek kualitas materi dan 4 butir indikator untuk aspek kemanfaatan.

Tabel 21. Konversi Rerata Ideal Seluruh Aspek Materi Pembelajaran.

Keseluruhan Aspek	Interval Skor	Kategori
Skor Tertinggi : 76	$61.8 < X \leq 76$	Sangat Layak
Skor Terendah : 19	$47.5 < X \leq 61.8$	Layak
Rerata Ideal : 47.5	$33.3 < X \leq 47.5$	Cukup Layak
Simpangan Baku Ideal : 9.5	$19 \leq X \leq 33.3$	Tidak Layak

Masing – masing aspek menggunakan skor interval skala 4, dengan kategori Sangat Layak, Layak, Cukup Layak, dan Tidak Layak. Hasil nilai tiap

aspek yang dikonversikan dalam skor dan kategori ditunjukkan menggunakan Tabel 21.

Tabel 22. Konversi Rerata Ideal Aspek Kualitas Materi.

Aspek Kualitas Materi		Interval Skor	Kategori
Skor Tertinggi	: 60	$48.8 < X \leq 60$	Sangat Layak
Skor Terendah	: 15	$37.5 < X \leq 48.8$	Layak
Rerata Ideal	: 37.5	$26.3 < X \leq 37.5$	Cukup Layak
Simpangan Baku Ideal	: 7.5	$15 \leq X \leq 26.3$	Tidak Layak

Tabel 23. Konversi Rerata Ideal Aspek Kemanfaatan.

Aspek Kemanfaatan		Interval Skor	Kategori
Skor Tertinggi	: 16	$13 < X \leq 16$	Sangat Layak
Skor Terendah	: 4	$10 < X \leq 13$	Layak
Rerata Ideal	: 10	$7 < X \leq 10$	Cukup Layak
Simpangan Baku Ideal	: 2	$4 \leq X \leq 7$	Tidak Layak

Berdasarkan konversi interval skor terhadap kategori penilaian masing –masing aspek dan total keseluruhan aspek dari materi pembelajaran, Tabel 22. menunjukkan hasil akhir penilaian yang didapat dari ahli media pembelajaran.

Berdasarkan data dari Tabel 24. aspek kualitas materi mendapat nilai 50 dari ahli materi 1 dan 51 dari ahli materi 2 dengan rerata skor 50.5 dan kategori “Sangat Layak”. Sedangkan untuk aspek rekayasa perangkat didapat skor 15 dari ahli materi 1 dan 14 dari ahli materi kedua dengan kategori “Sangat Layak”. Skor total yang didapat tiap ahli materi yaitu sama-sama 65 dengan kategori “Sangat Layak”. Dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran telah dinyatakan “Sangat Layak” untuk dijadikan bahan penelitian pengembangan sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC oleh para ahli materi pembelajaran.

Tabel 24. Hasil Akhir Penilaian Ahli Materi Pembelajaran.

No	Aspek	Validator		Rerata Skor	Kategori
		Ahli Materi 1	Ahli Materi 2		
1	Kualits Materi	50	51	50.5	Sangat Layak
2	Rekayasa Perangkat	15	14	14.5	Sangat Layak
Skor Total		65	65	65	Sangat Layak

4. Analisis Uji Coba Lapangan

Hasil uji coba lapangan didapatkan dari sejumlah 8 responden yang dikumpulkan dalam kelas kecil. Tiap responden diminta untuk mengisi instrumen angket dengan total 23 butir indikator yang mencerminkan materi pembelajaran dan media pembelajaran. Masing –masing indikator diberikan skor dengan skala interval 1-4. Konversi rerata skor total untuk uji coba lapangan ditunjukkan pada Tabel 25.

Tabel 25. Konversi Rerata Skor Total Uji Coba Lapangan.

Keseluruhan Aspek		Interval Skor		Kategori
Skor Tertinggi	: 92	74.8	$< X \leq 92$	Sangat Layak
Skor Terendah	: 23	57.5	$< X \leq 74.8$	Layak
Rerata Ideal	: 57.5	40.3	$< X \leq 57.5$	Cukup Layak
Simpangan Baku Ideal	: 11.5	23	$\leq X \leq 40.3$	Tidak Layak

Berdasarkan penyusunan konversi nilai terhadap kategori kelayakan di atas maka untuk masing –masing nilai dari responden yang berjumlah 8 orang dapat ditunjukkan pada Tabel 26.

Berdasarkan data yang ditunjukkan pada Tabel 26. dapat dijelaskan bahwa penilaian hasil responden dalam uji coba lapangan dari aspek komunikasi visual didapat skor rata-rata 13,25, aspek rekayasa perangkat 21,88, skor

kemanfaatan 16,33, dan kualitas materi sebesar 21,75. Total rerata skor yang diperoleh adalah 73, 5 dengan kategori “Layak”. Sehingga dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC yang dikembangkan ini dikatakan “Layak”.

Tabel 26. Hasil Akhir Skor Uji Coba Lapangan.

No	Responden	Aspek Penilaian				Skor Total	Kategori
		Komunikasi Visual	Rekayasa Perangkat	Kemanfaatan	Kualitas Materi		
1	Ardy C W	15	23	17	22	77	Sangat Layak
2	Yudik Y	14	23	19	24	80	Sangat Layak
3	Rudi D A	16	23	15	23	77	Sangat Layak
4	Atika W	12	23	16	22	73	Layak
5	Okky W	12	20	18	20	70	Layak
6	Nurus S	11	19	15	20	65	Layak
7	Dimas N P	12	21	15	21	69	Layak
8	Farah P M	14	23	18	22	77	Sangat Layak
Jumlah Skor Total		106	175	133	174	588	
Rerata Skor Total		13.25	21.88	16.63	21.75	73.5	Layak

5. Analisis Uji Coba Operasional

Proses pengujian terakhir yaitu uji coba operasional. Produk akan diujikan secara langsung terhadap peserta didik pada mata kuliah Praktik Robotika. Jumlah peserta didik yang mengikuti uji coba ini sejumlah 17 orang. Jumlah butir indikator yang diberikan dalam angket sejumlah 23 butir. Indikator yang diberikan telah termasuk beberapa aspek antara lain aspek komunikasi visual, rekayasa perangkat, kemanfaatan, dan kualitas materi. Masing – masing butir indikator diberikan skor dengan skala interveral 1-4. Skala tersebut akan dikonversikan ke dalam kategori Sangat Layak, Layak, Cukup Layak, dan Tidak Layak. Hasil

konversi skor seluruh aspek untuk uji coba operasional ditunjukkan pada Tabel

27.

Tabel 27. Konversi Skor Rerata Ideal Uji Coba Operasional.

Keseluruhan Aspek		Interval Skor		Kategori
Skor Tertinggi	: 92	74.8	$< X \leq 92$	Sangat Layak
Skor Terendah	: 23	57.5	$< X \leq 74.8$	Layak
Rerata Ideal	: 57.5	40.3	$< X \leq 57.5$	Cukup Layak
Simpangan Baku Ideal	: 11.5	23	$\leq X \leq 40.3$	Tidak Layak

Tabel 28. Hasil Akhir Uji Coba Operasional.

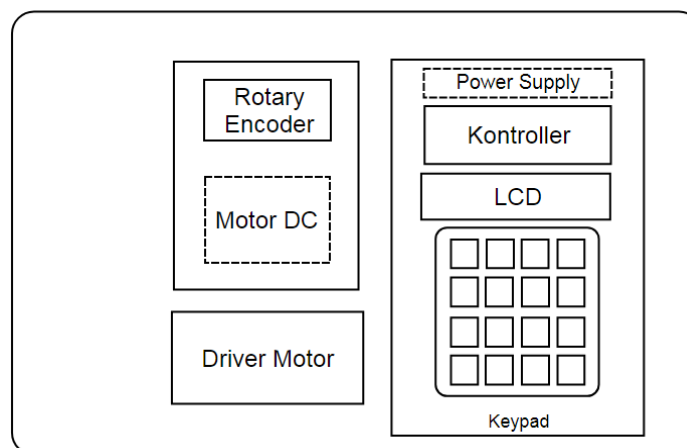
No	Peserta Didik	Aspek Penilaian				Skor Total	Kategori
		Komunikasi Visual	Rekayasa Perangkat	Kemanfaatan	Kualitas Materi		
1	Rafid Zuhdi N	12	20	20	15	67	Layak
2	Ali Sidik	12	21	19	13	65	Layak
3	Oriwarda Rio G	14	21	21	16	72	Layak
4	Dharu Sudarsono	12	21	21	15	69	Layak
5	Febri Rizki C	12	19	21	12	64	Layak
6	I Made Y P	12	21	22	15	70	Layak
7	Anggela M	12	19	20	15	66	Layak
8	Mohammad PO	14	23	26	18	81	Sangat Layak
9	Putri R	12	26	22	20	80	Sangat Layak
10	Ma'ruf W P	12	21	21	15	69	Layak
11	Ahmad R	12	20	20	15	67	Layak
12	Donyansyah DON	13	23	21	47	104	Sangat Layak
13	Rochim In S	13	20	21	14	68	Layak
14	Adimas D	12	21	20	15	68	Layak
15	Inggi P	12	20	19	15	66	Layak
16	Muhammad L A	13	21	21	16	71	Layak
17	Haristya M M	12	20	19	14	65	Layak
Jumlah Skor Total		211	357	354	290	1212	
Rerata Skor Total		12.41	21	20.82	17.06	71.29	Layak

Konversi pada Tabel 27. digunakan untuk menghitung nilai akhir yang diberikan oleh peserta didik dalam pengisian instrumen. Berikut ini ditunjukkan skor masing – masing peserta didik sesuai dengan aspek dan indikator yang diberikan.

Tabel 28. menunjukkan keseluruhan nilai yang didapat dari uji coba operasional oleh sejumlah 17 peserta didik. Aspek komunikasi visual mendapatkan rerata skor 12,41, aspek rekayasa perangkat mendapat rerata skor 21, aspek kemanfaatan diperoleh rerata skor 20,82, dan aspek kualitas materi memperoleh rerata skor 17,06. Berdasarkan rerata total yang diperoleh yaitu 71,29 maka kategori yang didapatkan adalah “Layak”. Dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC telah “Layak” untuk digunakan.

C. Kajian Produk

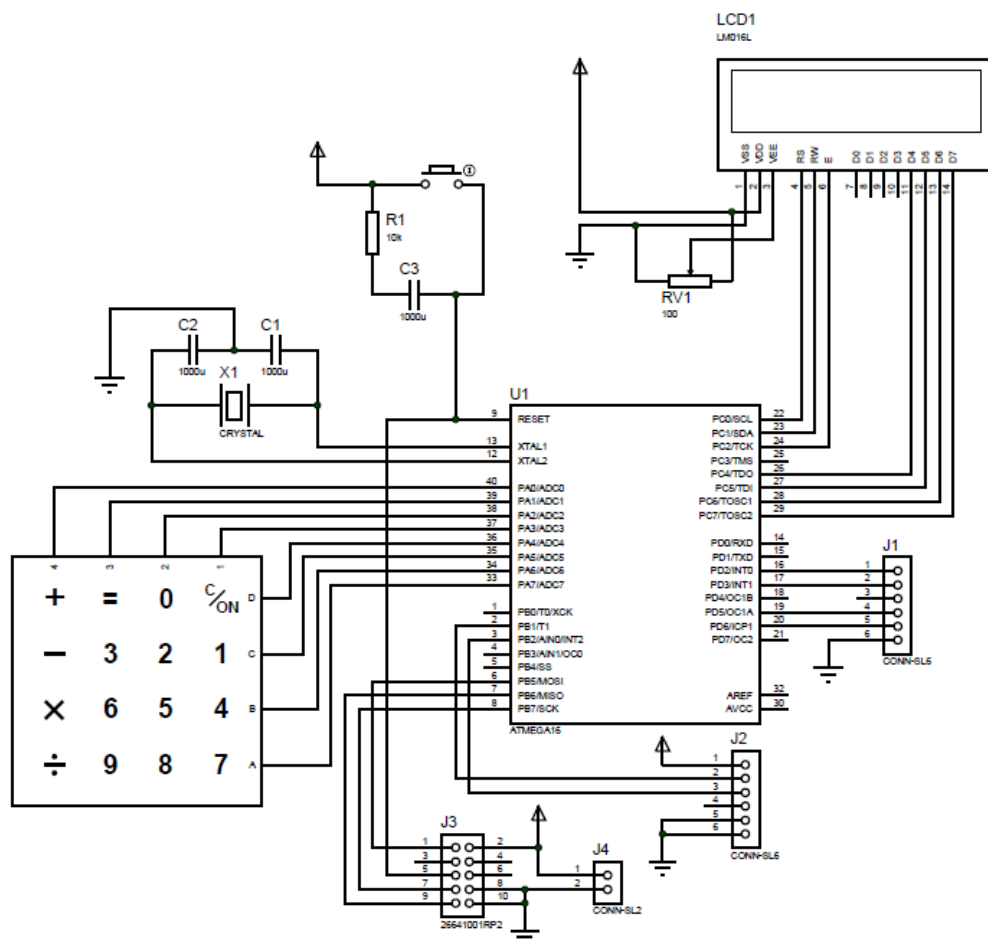
Hasil dari penelitian pengembangan ini berupa media pembelajaran atau dapat disebut *trainer* dengan sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC yang akan digunakan sebagai salah satu media dalam pembelajaran praktik Robotika. Media pembelajaran ini menggunakan motor DC sebagai komponen utama yang akan diatur kestabilan kecepatannya menggunakan sistem kendali fuzzy.



Gambar 20. Layout Box *Trainer*.

Perancangan box produk ini menggunakan aplikasi CorelDRAW.

Perancangan elektroniknya menggunakan aplikasi Proteus 7.9. Bahan utama dalam pembuatan box adalah akrilik. Akrilik dipilih karena mudah untuk dibentuk dan dirakit sesuai dengan kebutuhan, penampang bervariasi transparan ataupun gelap dan harga yang relatif murah. Akrilik warna putih digunakan sebagai dasar media dengan ketebalan 5 mm. sedangkan untuk tempat *power supply* dan sistem minimum menggunakan akrilik transparan dengan ketebalan 3 mm, dan sebagai kerangka motor menggunakan akrilik transparan 5 mm. Desain dibuat menggunakan aplikasi CorelDRAW kemudian dipotong menggunakan mesin *cutting laser*.



Gambar 21. Rangkaian Elektronik *Trainer*.

Box berdimensi tinggi 18 cm, lebar 22 cm, dan panjang 34 cm. Layout box yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 20.

Sistem minimum pada *trainer* menggunakan ATmega 16 sebagai IC utama. ATmega 16 dipilih karena memiliki *flash memory* 16 KiloByte yang cukup untuk menampung program yang akan dipasangkan. Selain itu *port* yang dimiliki cukup untuk dihubungkan dengan masukan yang berupa *keypad*, dan keluaran yang berupa motor DC dan LCD sebagai untuk menampilkan datanya. Gambar 21. menunjukkan desain rangkaian elektronik yang digunakan.

Perakitan *trainer* dilakukan setelah desain box dan rangkaian elektronik dibuat. Rangkaian elektronik berupa sistem minimum dihubungkan dengan LCD dan *keypad* dalam satu rangkaian PCB kemudian dihubungkan dengan *power supply* dan ditempatkan pada kotak akrilik yang telah dibuat. Tombol power utama dipasang dibagian samping kotak. Terdapat *port* serial yang digunakan untuk menghubungkan sistem minimum dengan komputer/laptop untuk mengunduh program. Motor DC, dan *rotary encoder* dipasangkan pada kerangka akrilik secara vertikal dan dikencangkan menggunakan mur dan maut. Motor DC dan *rotary encoder* disusun disebelah rangkaian *power supply*. Driver motor dipasang secara terpisah langsung ditempelkan pada papan utama akrilik di bagian bawah motor DC. Hasil perakitan *trainer* ditunjukkan menggunakan Gambar 21.

Program dibuat menggunakan aplikasi CVARV. Aplikasi ini cukup familiar bagi kalangan peserta didik sehingga akan memudahkan peserta didik untuk membuat program dan juga melakukan modifikasi program. CVARV juga telah menyediakan sarana langsung untuk melakukan unduh program langsung ke

dalam rangkaian sistem minimum menggunakan kabel *downloader*. Pembuatan program dibagi menjadi dua yaitu program P1 dan program P2. Program P1 dibuat untuk mengatur kecepatan motor DC tanpa adanya sistem kendali, jadi hanya menggunakan PWM saja. PWM digunakan untuk mengatur kecepatan motor sesuai dengan masukkan dari pengguna lewat *keypad*. Program P2 digunakan untuk mengatur kecepatan motor dengan ditambahkan logika fuzzy sebagai sistem kendali agar kecepatan motor tetap stabil ketika diberikan beban. Berikut penjelasan rinci masing-masing program.



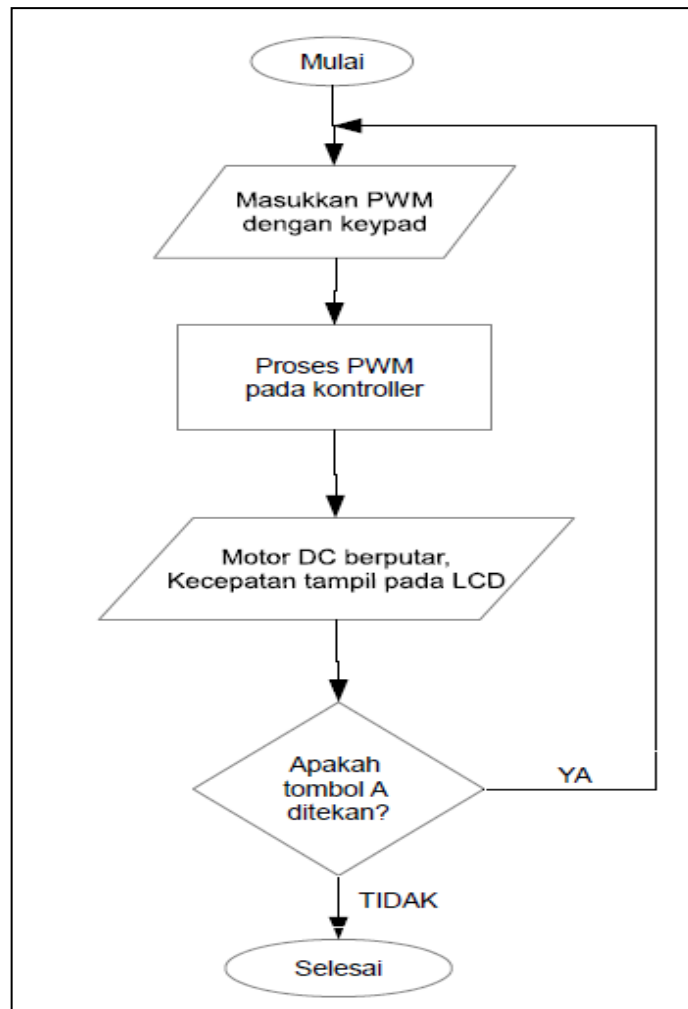
Gambar 22. Hasil Perakitan *Trainer*.

1. Program P1 Tanpa Sistem Kendali

Diagram alir pada Gambar 23. akan memberikan gambaran ringkas mengenai proses yang berlangsung saat program P1 dijalankan.

Kode program untuk melakukan inisialisasi *port* yang terhubung dengan masukan dan keluaran.

PORTD.2=0; // untuk run / brake pada motor
 PORTD.5=0; // untuk start / stop pada motor
 Speed_vexta=0; // awal kecepatan motor.



Gambar 23. Diagram Alir Program P1.

Selanjutnya kode program untuk pembacaan *keypad*.

```

float speed_ref,speed_act;
const char
KEYTABLE[4][4]  =  {{'1','2','3','A'},{'4','5','6','B'},{'7','8','9','C'},{'*','0','#','D'}}; //
inisialisasi keypad

unsigned char keyb()
{
  char kolom, baris, output;
  output = 0;
  for(kolom=0;kolom<4;kolom++)
  {
    PORTA = ~(0b00001000>>kolom);
    for(baris=0;baris<4;baris++)

```

```

    {
        if(((PINA >>(7-baris))&0x01)==0)
        {
            output= KEYTABLE[baris][kolom];
            return output; //untuk mengeluarkan data dari keypad
        }
    }

}
return 0Xff;
}

```

Untuk tampilan LCD menggunakan kode program berikut ini :


```

void lcd(unsigned char x,unsigned char y,int data) //inisialisasi LCD
{
    int a,b,c,d;

    a = data/1000;
    data = data%1000;
    b = data/100;
    data = data%100;
    c = data/10;
    d = data%10;

    lcd_gotoxy(x,y);
    lcd_putchar(b+0x30);
    lcd_putchar(c+0x30);
    lcd_putchar(d+0x30);
}

```



// menampilkan keluran LCD

Kode program untuk menghapus masukan jika tidak sesuai kebutuhan :

```

unsigned char m;
void hapus(void)
{
    for(m=0;m<15;m++)
    {
        nilai[m] = "";
    }
}

```

Berikut kode program untuk memasukkan kecepatan pada *keypad* yang akan ditampilkan pada LCD :

```

void edit(char var)
{
    unsigned char j,k;
    in:
    hapus();
    lcd_gotoxy(var-2,0);
    lcd_putsf(" ");
}

```

```

lcd_putsf("_");
for(j=0;j<3;j++)
{
    while(data!=0xFF){}
    while(data==0xFF){}
    if(data!=0xFF){nilai[j] = data;}
    if(data=='#') goto out;
    if(data=='*')
    {
        goto in;
    }

    for(k=0;k<4;k++)
    {
        sprintf(buff, "%c", nilai[j-k]);
        lcd_gotoxy(var-k,0);
        if((j-k)>=0) lcd_puts(buff);
    }
    while(data!=0xFF){}
}
while(data!= '#')
{
    if(data=='*')
    {
        lcd_gotoxy(13,0);
        lcd_putsf(" ");
        goto in;
    }
}
out:
lcd_gotoxy(var+1,0);
lcd_putsf(" ");
}

```

Kode program untuk membatasi kecepatan pwm antara 0-1000 :

```

count++;
if (count == 10) {kec = rot*6/4; rot = 0; count = 0;}
//tampil_kecepatan();
cnt++;
if (cnt==1)
{
    speed_act=kec;
    speed_ref=nilai_angka;
    spd=nilai_angka;
    if(spd<0)spd=0;
    if(spd>1000) spd = 1000;
    speed_vexta=spd;
    cnt=0;
}

```

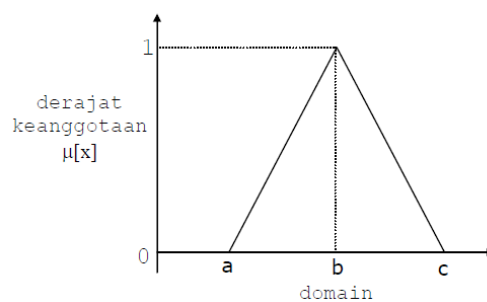
```
}
```

Berikut kode untuk menampilkan hasil pwm dan kecepatan pada LCD :

```
void tampil_kecepatan(void)
{
    lcd_gotoxy(0,1);
    lcd_putsf("ref:");
    lcd_gotoxy(9,1);
    lcd_putsf("act:");
    lcd(4,1,nilai_angka);
    lcd(13,1,kec);
}
```

2. Program P2 Algoritma Logika Fuzzy

Program P2 diberikan program untuk mengatur kecepatan motor dengan logika fuzzy sebagai sistem kendali kecepatannya saat diberikan beban. Algoritma fuzzy yang digunakan menggunakan 7 fungsi keanggotaan dalam proses *crisp input* yaitu pada fuzzifikasi error dan derror. Representasi yang digunakan adalah representasi kurva segitiga.



Gambar 24. Representasi Kurva Segitiga.

Rumus fungsi keanggotaanya :

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ (x - a)/(b - a); & a \leq x \leq b \\ (b - x)/(c - b); & b \leq x \leq c \end{cases}$$

Keterangan :

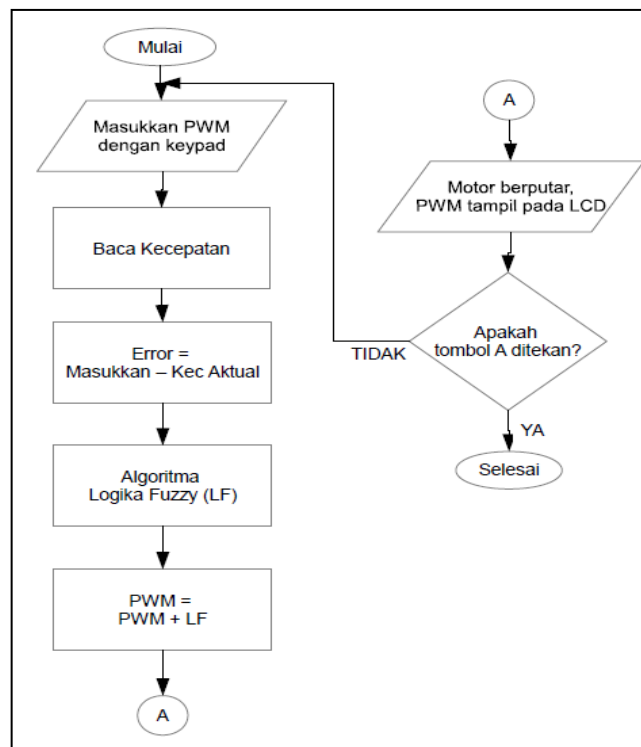
$\mu[x]$ = nilai keanggotaan x

- a = nilai minimal
- b = nilai tengah
- b = nilai maksimal

Penggunaan fungsi keanggotaan dalam program P2 :

$$\mu[\text{masukan kecepatan (pwm)}] = \begin{cases} 0; & x \leq -30 \text{ atau } x \geq 30 \\ (x - (-30)) / (0 - (-30)); & -30 \leq x \leq 0 \\ (30 - x) / (30 - 0); & 0 \leq x \leq 30 \end{cases}$$

Proses fuzzifikasi, fungsi keanggotaan diaktifkan dengan representasi segitiga yang selanjutnya masuk pada proses *Rule Base Evaluation*. Proses *Rule Evaluation*-nya mengacu pada tabel MacVicar Whelan dengan menggunakan aturan inferensi Mamdani (Max-Min). Berdasarkan hasil aturan evaluasi didapatkan hasil control logika fuzzy yang selanjutnya dilakukan proses defuzzifikasi. Teknik defuzzifikasi yang digunakan pada program ini adalah teknik dari Sugeno yaitu *Weighted Average (WA)*.



Gambar 25. Diagram Alir Program P2.

Kode program untuk *setting* masukkan dari *keypad*, keluaran ke LCD dan motor sama seperti program P1, hanya saja pada program P2 ditambahkan algoritma sistem kendali fuzzy untuk memproses masukan dari *keypad* agar keluaran kecepatan yang dihasilkan selalu stabil. Ringkasan diagram alir untuk menjelaskan proses pembuatan program P2 ditunjukkan pada Gambar 25.

Kode program algoritma logika fuzzy :

```
float error[7];
float d_error[7];
int e,de,last_e;
//inisialisasi variabel

void fuzifikasi_error(float input) // pembuatan fungsi keanggotaan error dengan
triangle membership function
{
    error[0]=0; error[1]=0; error[2]=0; error[3]=0; error[4]=0; error[5]=0; error[6]=0;

    if(input<=-30) error[0] = 1;
    else if(input<=-20)
    {
        error[0] = (-20-input)/10;
        error[1] = (input+30)/10;
    }
    else if(input<=-10)
    {
        error[1] = (-10-input)/10;
        error[2] = (input+20)/10;
    }
    else if(input<=0)
    {
        error[2] = (0-input)/10;
        error[3] = (input+10)/10;
    }
    else if(input<=10)
    {
        error[3] = (10-input)/10;
        error[4] = input/10;
    }
    else if(input<=20)
    {
        error[4] = (20-input)/10;
        error[5] = (input-10)/10;
    }
    else if(input<=30)
    {
        error[5] = (30-input)/10;
        error[6] = (input-20)/10;
    }
}
```

```

    else error[6] = 1;
}

void fuzzifikasi_d_error(float input) // pembuatan fungsi keanggotaan d_error
dengan triangle membership function
{
    d_error[0]=0; d_error[1]=0; d_error[2]=0; d_error[3]=0; d_error[4]=0; d_error[5]=0;
    d_error[6]=0;

    if(input<=-3) d_error[0] = 1;
    else if(input<=-2) d_error[1] = 1;
    else if(input<=-1) d_error[2] = 1;
    else if(input<=0) d_error[3] = 1;
    else if(input<=1) d_error[4] = 1;
    else if(input<=2) d_error[5] = 1;
    else d_error[6] = 1;
}

int rule[7][7] = {{0,0,0,0,1,2,3},
                  {0,0,0,1,2,3,4},
                  {0,0,1,2,3,4,5},
                  {0,1,2,3,4,5,6}, // pembuatan himpunan rule
                  {1,2,3,4,5,6,6},
                  {2,3,4,5,6,6,6},
                  {3,4,5,6,6,6,6}};

float u[7];
void inferensi(void)
{
    char i,j,k;
    u[0]=0; u[1]=0; u[2]=0; u[3]=0; u[4]=0; u[5]=0; u[6]=0;
    for(i=0; i<7; i++)
    {
        for(j=0; j<7; j++)
        {
            k = rule[i][j];
            u[k] = fmax(u[k],fmin(error[i],d_error[j])); //aturan inferensi Mamdani.
        }
    }
}

float uk;
float num, den;
void defuzzifikasi(void) //proses defuzzifikasi dengan teknik Sugeno
{
    float z[7]={-15,-10,-5,0,5,10,15};
    num = (z[0]*u[0]+z[1]*u[1]+z[2]*u[2]+z[3]*u[3]+z[4]*u[4]+z[5]*u[5]+z[6]*u[6]);
    den = u[0]+u[1]+u[2]+u[3]+u[4]+u[5]+u[6];
    if(den!=0) uk = num/den;
    else uk = 0;
}

```

Berikut kode program untuk mendapatkan hasil akhir kecepatan yang akan ditampilkan :

```

void speed_control(void)
{
    de = e-last_e;
    fuzifikasi_error(e);
    fuzifikasi_d_error(de);
    last_e = e;
    inferensi();
    defuzifikasi();
    spd = speed_vexta + (uk);
    if(spd<0) spd = 0;
    if(spd>1000) spd = 1000;
    speed_vexta = spd;
}

```

Program yang telah dibuat diunduh ke dalam sistem minimum lewat *port* serial menggunakan aplikasi CVAVR. Program diunduh secara bergantian dengan program P1 diunduh pertama kali. Kemudian setelah dilakukan pengujian, selanjutnya diganti dengan program P2.

Langkah kerja dalam penggunaan *trainer* dituangkan dalam *jobsheet*. *Jobsheet* yang dibuat juga dilengkapi dengan materi pendukung sesuai dengan kompetensi yang telah ditentukan dalam mata kuliah Praktik Robotika.

Uji fungsional dilakukan oleh peneliti dengan meminta bantuan salah seorang responden untuk mengetahui kinerja dari *trainer*. Hasil unjuk kerja *trainer* ditunjukkan pada Tabel 30.

Tabel 29. Hasil Uji *Trainer*.

No	Keterangan	Berfungsi	
		Ya	Tidak
1	Fungsi tombol <i>power</i>	V	
2	Fungsi <i>keypad</i>	V	
3	Fungsi LCD	V	
4	Fungsi motor DC	V	
5	Fungsi <i>rotary encoder</i>	V	
6	Program P1 berjalan dengan benar	V	
7	Program P2 berjalan dengan benar	V	

Keterangan :

- 1) Tombol *power* pada *trainer* digunakan untuk menghidupkan dan mematikan *trainer*. Tegangan sumber yang digunakan pada *trainer* adalah 220 V.
- 2) *Keypad* berguna untuk memberikan masukan data ke kontroller. Tombol A digunakan untuk masukkan data awal kecepatan. Tombol * digunakan sebagai *enter*. Tombol # digunakan untuk menghapus data jika data yang dimasukkan akan diganti.
- 3) LCD pada *trainer* digunakan untuk menampilkan masukan yang diberikan oleh *keypad*. Juga digunakan untuk menampilkan keluaran hasil dari kecepatan motor DC.
- 4) Motor DC vexta akan berputar sesuai dengan keluaran dari kontroller.
- 5) *Rotary encoder* digunakan sebagai sensor untuk membaca kecepatan motor yang akan dikembalikan pada kontroller.
- 6) Program P1 digunakan berisi program PWM tanpa ada sistem kendali.
- 7) Prograam P2 digunakan untuk berisi program dengan sistem kendali logika fuzzy.

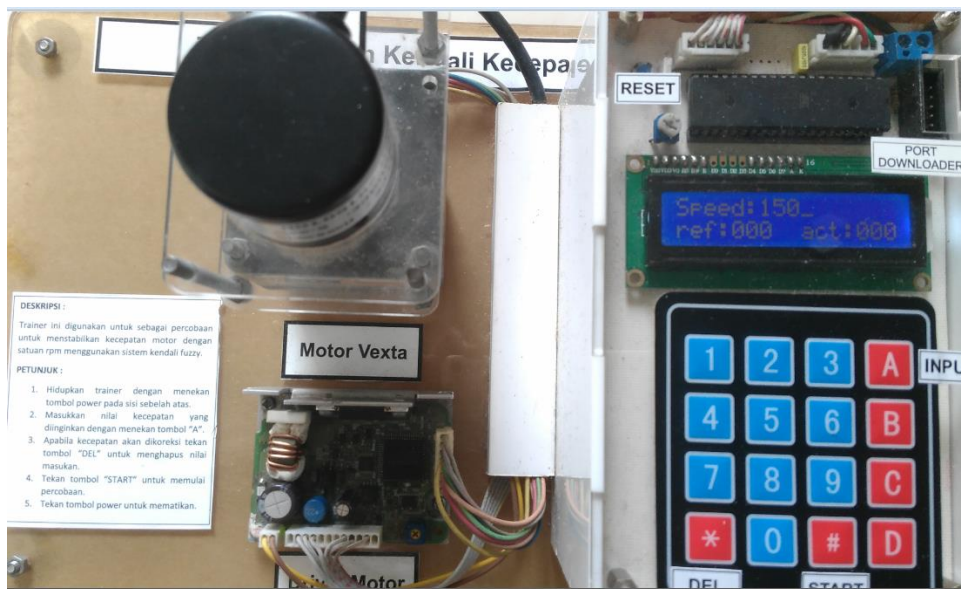
Berdasarkan Tabel 29. dapat disimpulkan bahwa *trainer* bekerja dengan baik sesuai dengan perencanaan. Masing-masing komponen elektronik bekerja sesuai dengan tujuan awal dan perangkat keras juga bekerja dengan baik. Program P1 maupun P2 dapat bekerja sesuai dengan yang direncanakan.

Tampilan hasil uji coba *trainer* ditunjukkan menggunakan Gambar 26., Gambar 27., dan Gambar 28.



Gambar 26. Tampilan Awal Saat Menghidupkan *Trainer*.

Uji coba pada *trainer* menggunakan program P1 tanpa sistem kendali dan program P2 dengan menggunakan sistem kendali fuzzy. Hasil uji coba menggunakan program P1 ditunjukkan pada Tabel 31. dan hasil uji coba menggunakan program P2 ditunjukkan pada Tabel 32.



Gambar 27. Tampilan *Trainer* Saat diberikan Masukan.



Gambar 28. Tampilan Hasil Kecepatan Aktual yang didapat Sesaat setelah Menggunakan Algoritma Logika Fuzzy.

Berdasarkan Tabel 30. uji coba menggunakan program P1 menghasilkan rata – rata error sebesar 6,23% pada 10 kali percobaan. Program P2 menghasilkan rata – rata error sebesar 0,67% pada 10 kali percobaan.

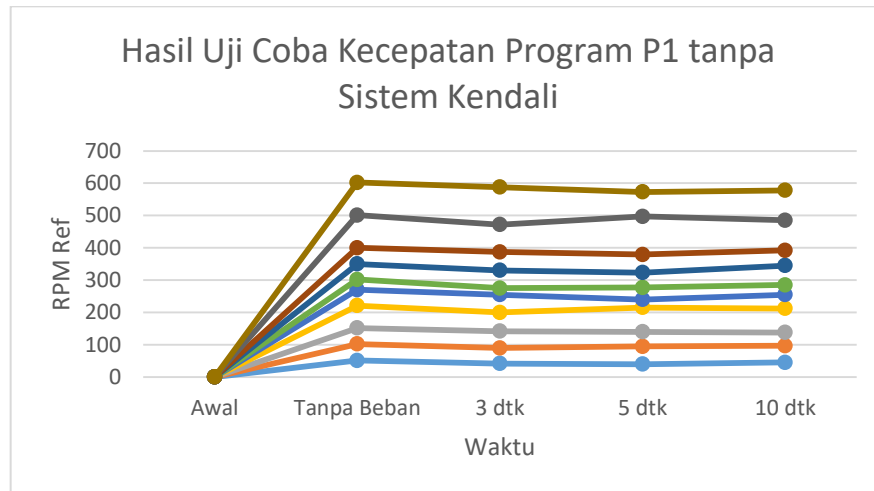
Tabel 30. Hasil Uji coba Kecepatan Program P1 tanpa Sistem Kendali.

No	RPM Ref	PWM Ref	Tanpa Beban	RPM Aktual dengan Beban			
				3 dtk	5 dtk	10 dtk	rerata error (%)
1	50	81	51	42	40	45	15.3
2	100	162	102	90	95	97	6
3	150	243	152	142	140	138	6.7
4	220	356	221	200	215	212	5
5	270	437	270	255	240	255	7.4
6	300	485	302	275	277	285	7
7	350	566	350	330	323	345	4.9
8	400	647	400	387	379	392	3.5
9	500	809	501	472	497	485	3.1
10	600	971	602	588	573	578	3.4
Rata - rata Error (%)							6.23

Dapat disimpulkan bahwa penggunaan sistem kendali fuzzy pada pengaturan kecepatan motor DC dapat meredam $\pm 5.56\%$ error pada kecepatan yang

diinginkan. Penggunaan sistem kendali fuzzy membuat kecepatan motor DC yang dihasilkan lebih stabil.

Apabila digambarkan menggunakan grafik, akan terlihat jelas ketidakstabilan kecepatan motor DC yang dihasilkan saat menggunakan program P1 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 29.

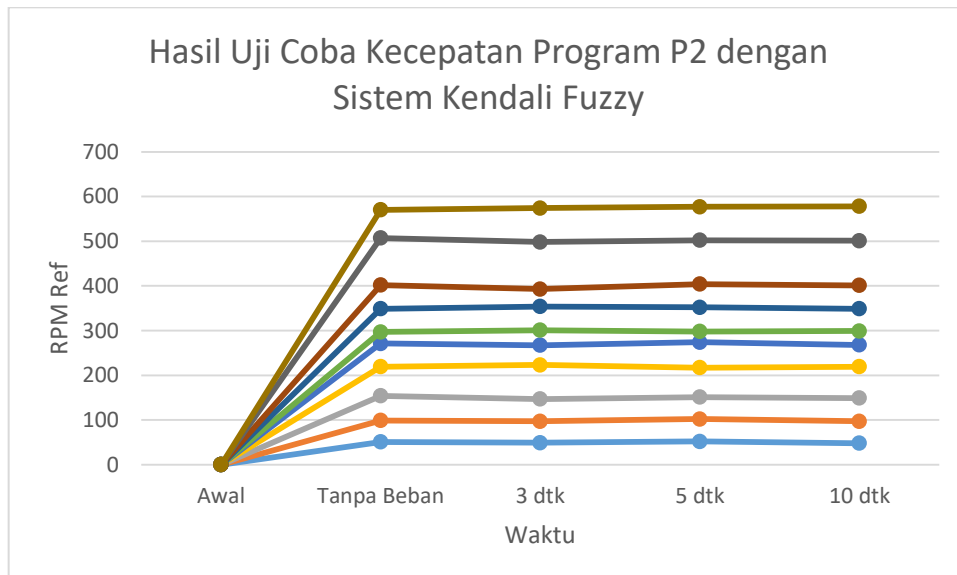


Gambar 29. Grafik Hasil Uji Coba Kecepatan Program P1 tanpa Sistem Kendali.

Tabel 31. Hasil Uji Coba Kecepatan Program P2 dengan Sistem Kendali Fuzzy.

No	RPM Ref	Tanpa Beban	RPM Aktual dengan Beban			
			3 dtk	5 dtk	10 dtk	rerata error (%)
1	50	51	49	52	48	0.7
2	100	99	97	102	97	1.3
3	150	154	147	151	149	0.7
4	220	219	223	217	219	0.2
5	270	271	267	274	268	0.1
6	300	297	301	298	299	0.2
7	350	349	354	352	349	-0.5
8	400	402	393	404	401	0.2
9	500	507	498	502	501	-0.1
10	600	570	574	577	578	3.9
Rata - rata Error (%)						0.67

Hasil yang didapatkan menggunakan algoritma logika fuzzy pada program P2 terlihat lebih stabil, hal tersebut diperjelas dengan grafik pada Gambar 30.



Gambar 30. Grafik Hasil Uji Coba Kecepatan Program P2 dengan Sistem Kendali Fuzzy.

D. Pembahasan Hasil Penelitian

Produk hasil penelitian pengembangan ini bertujuan untuk mengetahui kinerja yang dicapai dari media pembelajaran sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC tersebut. Tingkat kelayakan produk berdasarkan ahli media pembelajaran, ahli materi pembelajaran dan juga pengguna secara umum juga menjadi tujuannya.

1. Unjuk Kerja Media Pembelajaran Sistem Kendali Fuzzy Kecepatan Motor DC

Pengujian pertama adalah uji unjuk kerja *trainer* untuk mengetahui fungsionalitas dari produk tersebut. Berdasarkan hasil unjuk kerja, media pembelajaran telah dapat berfungsi baik sesuai dengan perencanaan, baik untuk komponen perangkat keras maupun program pendukungnya. Tombol power,

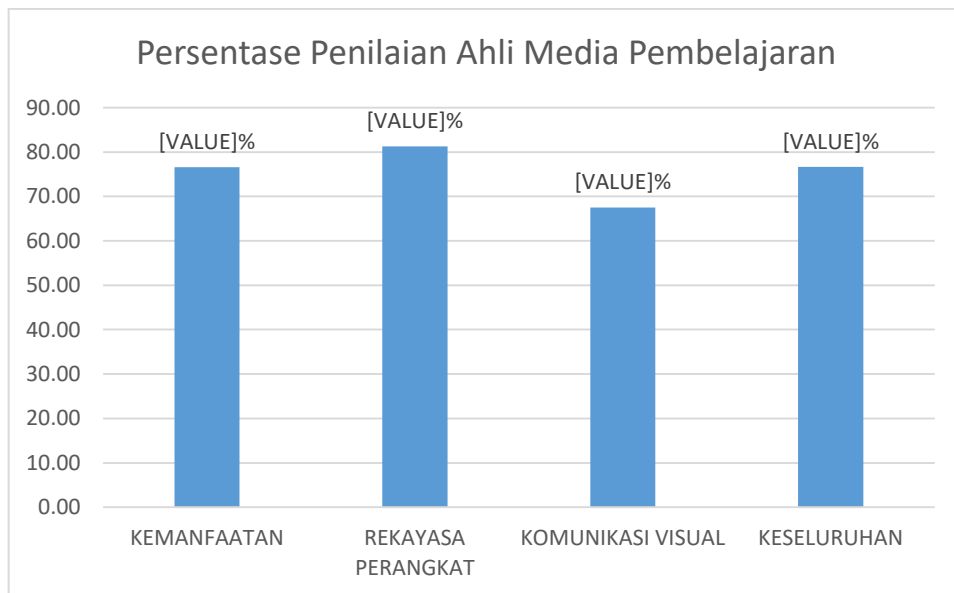
keypad, LCD, motor DC, *rotary encoder*, dan mikrokontroler dapat bekerja dengan baik sesuai dengan fungsinya masing-masing. Motor DC dapat berputar dengan lancar sesuai dengan masukan dari *keypad*. LCD juga dapat menampilkan data sesuai dengan masukan dari *keypad*. *Rotary encoder* mampu membaca kecepatan motor sesuai dengan program yang telah ditanam pada mikrokontroler. P1 yaitu program tanpa sistem kendali dapat berjalan dengan baik sesuai dengan perencanaan. Program P2 yaitu program dengan sistem kendali fuzzy mampu berjalan dengan lancar sesuai dengan perencanaan. Program P2 dapat menstabilkan kecepatan motor DC setelah diberikan beban dengan toleransi kesalahan sebesar $\pm 0,67\%$. Hal inilah yang membedakan antara program P1 dan program P2.

Namun, dalam pengujiannya, masih ada beberapa kekurangan dari produk yang telah dibuat. *Trainer* belum disertai dengan tombol stop, sehingga setelah selesai, *trainer* harus dimatikan melalui tombol power. Selain itu, *trainer* yang dibuat hanya satu perangkat saja, sehingga saat penggunaannya dalam pembelajaran, peserta didik harus menggunakan secara bergantian.

2. Kelayakan Media Pembelajaran Sistem Kendali Fuzzy Kecepatan Motor DC oleh Ahli Media Pembelajaran

Pengujian oleh ahli media pembelajaran menggunakan angket. Penilaian didasarkan pada 3 aspek, yaitu aspek kemanfaatan, rekayasa perangkat, dan komunikasi visual. Aspek kemanfaatan mendapat rerata skor 24,5 dari skor maksimal 32 dan berada pada dalam kategori layak. Aspek rekayasa perangkat memperoleh rerata skor sebesar 32,5 dari skor maksimal 40 dan berada pada kategori layak. Untuk aspek komunikasi visual mendapat rerata skor 13,5 dari skor maksimal 20 dan berada pada kategori layak. Media pembelajaran sistem

kendali fuzzy kecepatan motor DC secara keseluruhan mendapat rerata skor 70,5 dari skor maksimal 92 dan berada pada kategori layak.



Gambar 31. Hasil Persentase Penilaian Ahli Media Pembelajaran

Masing-masing aspek penilaian tersusun dari beberapa indikator. Indikator ini kemudian dipecah lagi menjadi pernyataan-pernyataan yang disusun untuk menjadi bahan dalam penilaian oleh ahli media. Menurut Gambar 30. aspek yang memiliki penilaian tertinggi adalah rekayasa perangkat sebesar 81,25%, sedangkan penilaian terendah adalah komunikasi visual sebesar 67,50%.

Aspek rekayasa perangkat tersusun dari beberapa indikator, antara lain tingkat pemahaman perangkat keras dan lunak, tingkat kejelasan konstruksi dan tata letak media pembelajaran, tingkat kejelasan fungsi bahan dan komponen media pembelajaran, serta kualitas bahan dan komponen media pembelajaran. Persentase aspek rekayasa perangkat sebesar 81,25% dengan kategori layak menunjukkan bahwa masing-masing indikator telah dianggap layak oleh ahli media. Penggunaan komponen dan bahan dianggap sudah lengkap, tepat dan umum digunakan pada rangkaian elektronika. Konstruksi dan tata letak

komponen jelas dan dengan kualitas konstruksi yang baik. Fungsi dari masing-masing bahan dan komponen jelas dan mudah digunakan.

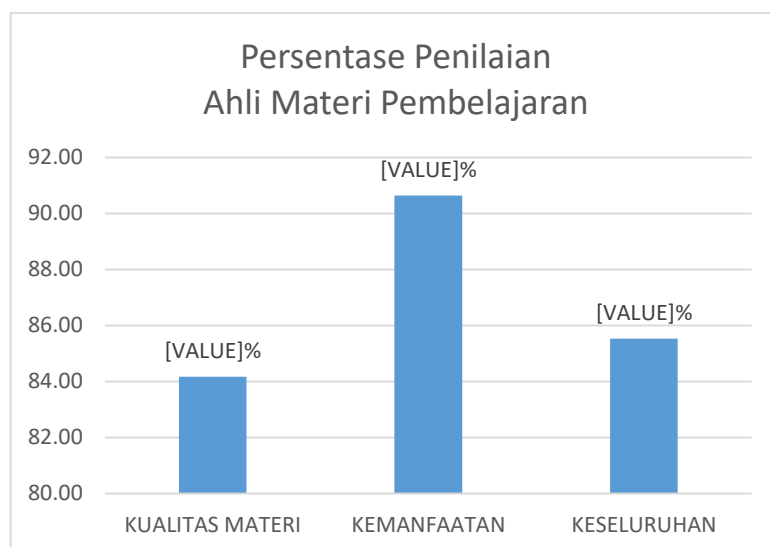
Aspek komunikasi visual mendapatkan skor terendah menunjukkan adanya beberapa kekurangan dari pengembangan media pembelajaran menurut ahli media. Aspek komunikasi visual disusun dari beberapa indikator antara lain tingkat kemudahan pengoperasian media pembelajaran, tingkat kemenarikan tampilan, dan kesesuaian media pembelajaran terhadap sasaran. Meski masih masuk dalam kategori layak, pengoperasian media pembelajaran perlu dipermudah dan juga tampilan dari media pembelajaran perlu dibuat lebih menarik lagi sehingga media pembelajaran dapat digunakan dengan lebih maksimal.

3. Kelayakan Media Pembelajaran Sistem Kendali Fuzzy Kecepatan Motor DC oleh Ahli Media Pembelajaran

Penilaian oleh ahli materi pembelajaran juga menggunakan angket dengan dua aspek yaitu kualitas materi dan kemanfaatan. Aspek kualitas materi mendapat rerata skor 50,5 dari skor maksimal 60 dan masuk dalam kategori sangat layak. Aspek kemanfaatan memperoleh rerata skor sebesar 14,5 dari skor maksimal 16 dan berada dalam kategori sangat layak. Secara keseluruhan rerata skor yang didapat dari ahli materi pembelajaran sebesar 65 dari skor maksimal 76 dan masuk dalam kategori sangat layak.

Sama halnya dengan ahli media pembelajaran, kedua aspek penilaian ahli materi pembelajaran juga tersusun atas indikator-indikator penilaian yang kemudian dipecah lagi menjadi beberapa pernyataan yang menjadi bahan penilaian ahli materi pembelajaran. Gambar 32. menunjukkan bahwa aspek kemanfaatan mendapatkan skor tertinggi dengan rerata persentase sebesar 90,63%

sedangkan aspek kedua yaitu kualitas materi mendapat skor terendah sebesar 84,17%. Masing-masing aspek masih dalam kategori sangat layak.



Gambar 32. Hasil Persentase Penilaian Ahli Materi Pembelajaran

Aspek kemanfaatan pada angket ahli materi tersusun dari beberapa indikator yaitu tingkat kemudahan media pembelajaran bagi pendidik dan peserta didik, tingkat kemudahan pembahan peserta didik, dan penambahan motivasi peserta didik. Menurut ahli materi pembelajaran, media pembelajaran yang telah dikembangkan dapat mempermudah pendidik dalam menyampaikan materi pembelajaran. Selain itu, peserta didik juga dapat memahami materi pembelajaran dengan lebih mudah. Media pembelajaran yang telah dikembangkan menumbuhkan semangat belajar peserta didik karena peserta didik dapat mengeksplorasi lebih dalam program yang dibuat. Penggunaan media pembelajaran juga dapat memberikan pengalaman baru bagi peserta didik dengan mengembangkan program sistem kendali lebih luas lagi.

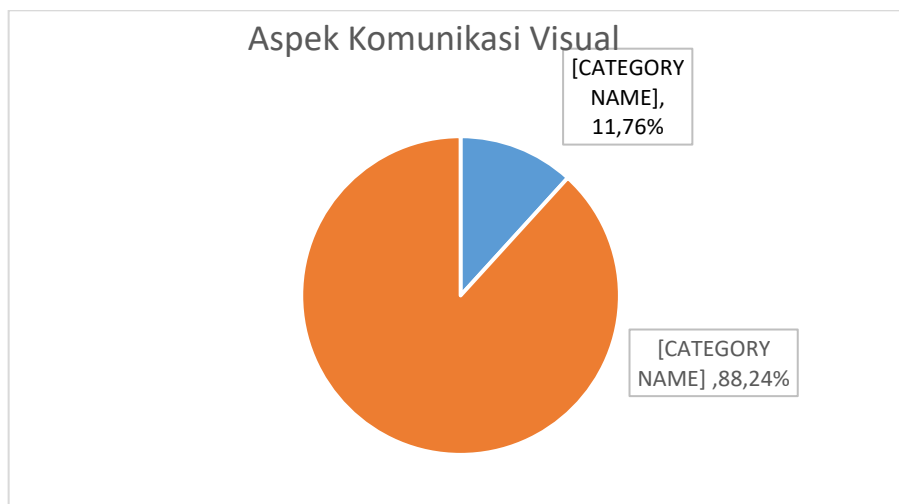
Aspek kualitas materi disusun berdasarkan beberapa indikator, yaitu kesesuaian materi pada media pembelajaran, tingkat kompetensi, cakupan materi yang terkandung pada media pembelajaran, dan tingkat kesesuaian

kondisi peserta didik terhadap media pembelajaran yang dibutuhkan. Ahli materi menilai bahwa media telah dianggap sudah sesuai dengan standar kompetensi dan silabus mata kuliah Robotika yaitu sistem kendali kecepatan motor DC. Media pembelajaran dapat digunakan sebagai alat bantu untuk meningkatkan kompetensi peserta didik dengan kandungan materi yang terdapat didalamnya, yaitu materi sistem kendali kecepatan motor DC. Media pembelajaran telah mencakup materi yang berhubungan dengan sistem kendali kecepatan motor DC. Media pembelajaran dinilai dapat mendukung proses pembelajaran dengan adanya materi tentang sistem kendali kecepatan motor DC yang lengkap. Media pembelajaran dianggap dapat memberikan pengetahuan baru tentang logika fuzzy sebagai salah satu cara untuk membangun sistem kendali dengan bantuan mikrokontroller. Ahli materi juga menilai bahwa materi *jobsheet* yang dibuat telah sesuai dengan silabus dengan menjelaskan dengan rinci sistem kendali menggunakan logika fuzzy dan hubungannya dengan pengendalian motor DC. *Jobsheet* dinyatakan layak dengan adanya langkah-langkah pengoperasian yang mudah. *Jobsheet* juga dinilai telah memiliki runtutan materi yang baik dalam penyajiannya. Contoh pemrograman cukup mudah dipahami, namun masih dianggap kurang karena belum dijelaskan secara terperinci. Soal latihan pada *jobsheet* dianggap masih kurang sehingga perlu ditambahkan soal lain agar lebih bervariasi. Tata bahasa pada *jobsheet* telah dinilai baik dan dianggap mampu mempermudah peserta didik memahami *jobsheet*.

4. Kelayakan Media Pembelajaran Sistem Kendali Fuzzy Kecepatan Motor DC oleh Pengguna

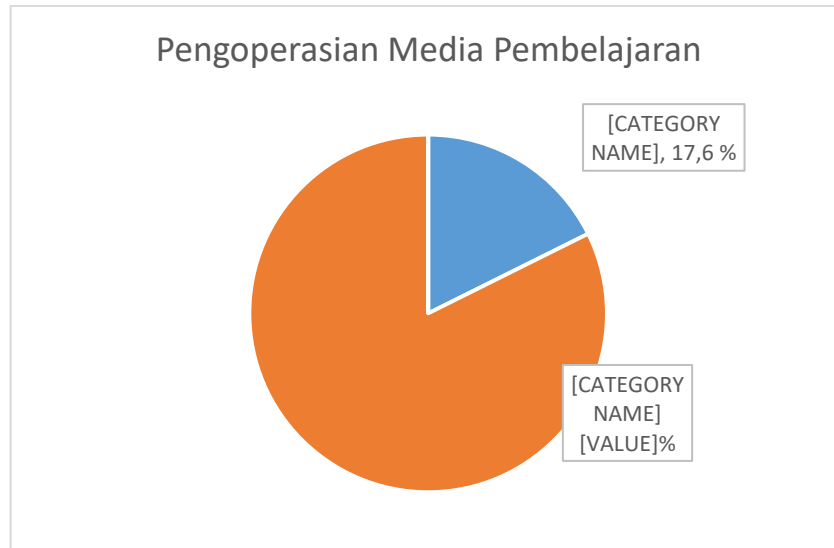
Pengujian media pembelajaran oleh pengguna menggunakan angket dengan 4 aspek penilaian, yaitu : komunikasi visual, pengoperasian media,

kulialitas materi dan kemanfaatan. Hasil analisis data instrumen angket yang diberikan pada pengguna pada uji coba operasional menunjukkan bahwa pada aspek komunikasi visual sebanyak 11,76% pengguna menyatakan “Sangat Layak” dan 88,24% pengguna menyatakan “Layak” dengan nilai rata – rata sebesar 12,41 dari skor tertinggi 16.



Gambar 33. Diagram Distribusi Kelayakan Aspek Komunikasi Visual.

Aspek komunikasi visual tersusun dari indikator tata letak komponen dan bahan pada media pembelajaran yang kemudian dijabarkan lagi menjadi beberapa pernyataan yang menjadi bahan penilaian. Tata letak komponen yang teratur dan jelas dinilai peserta didik sudah dapat mempermudah penggunaan media pembelajaran karena tidak membuat bingung. Notasi keterangan pada media pembelajaran juga dianggap mudah dipahami dengan keteraturan letak yang dibuat. Penempatan bagian-bagian perangkat keras pada media mudah dipahami karena telah diletakkan secara berkelompok sesuai dengan fungsinya masing-masing.

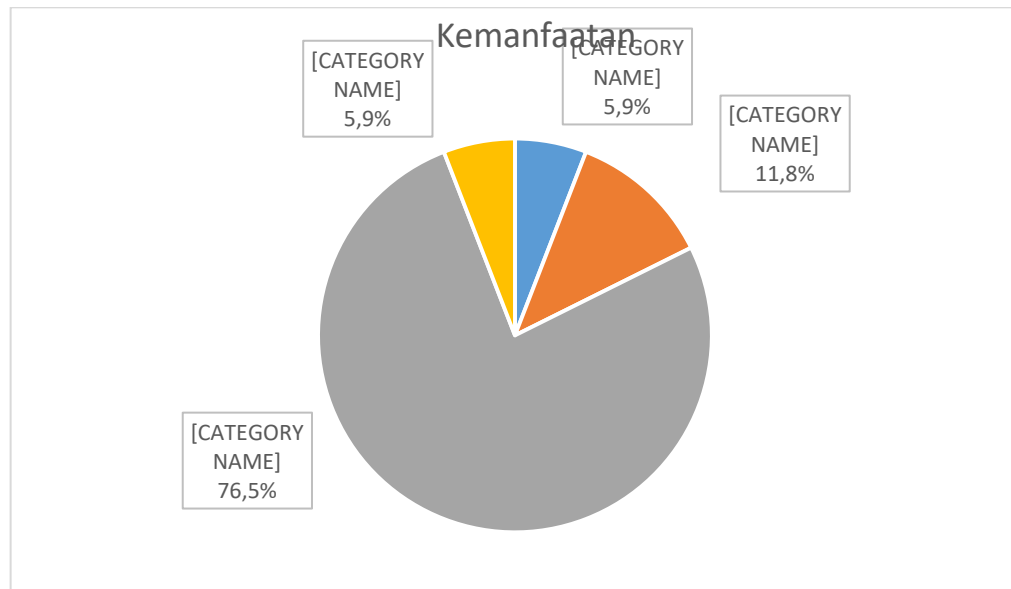


Gambar 34. Diagram Distribusi Kelayakan Aspek Pengoperasian Media Pembelajaran.

Gambar 34. menunjukkan hasil analisis data angket dengan aspek pengoperasian media pembelajaran, sejumlah 3 pengguna atau sebanyak 17,6% menyatakan bahwa media “Sangat Layak” untuk digunakan dan sebanyak 82,4% atau 14 orang pengguna menyatakan media pembelajaran layak untuk digunakan. aspek pengoperasian terdiri dari beberapa indikator, yaitu: tingkat kemudahan penggunaan media dan tingkat kejelasan fungsi bagian-bagian pada media pembelajaran. Peserta didik dapat menggunakan media pembelajaran dengan cepat karena adanya petunjuk singkat yang tertera pada media pembelajaran. Langkah-langkah pengoperasian yang ada juga semakin mempermudah karena disusun dengan runtut, singkat, dan jelas. Langkah pengoperasian yang baik membuat peserta didik merasa cara penggunaan media pembelajaran mudah diingat.

Peserta didik menilai bahwa fungsi dari setiap komponen sudah dapat berjalan dengan baik dengan tidak adanya error saat percobaan. Media pembelajaran juga dapat berjalan dengan baik sesuai dengan harapan. Peserta

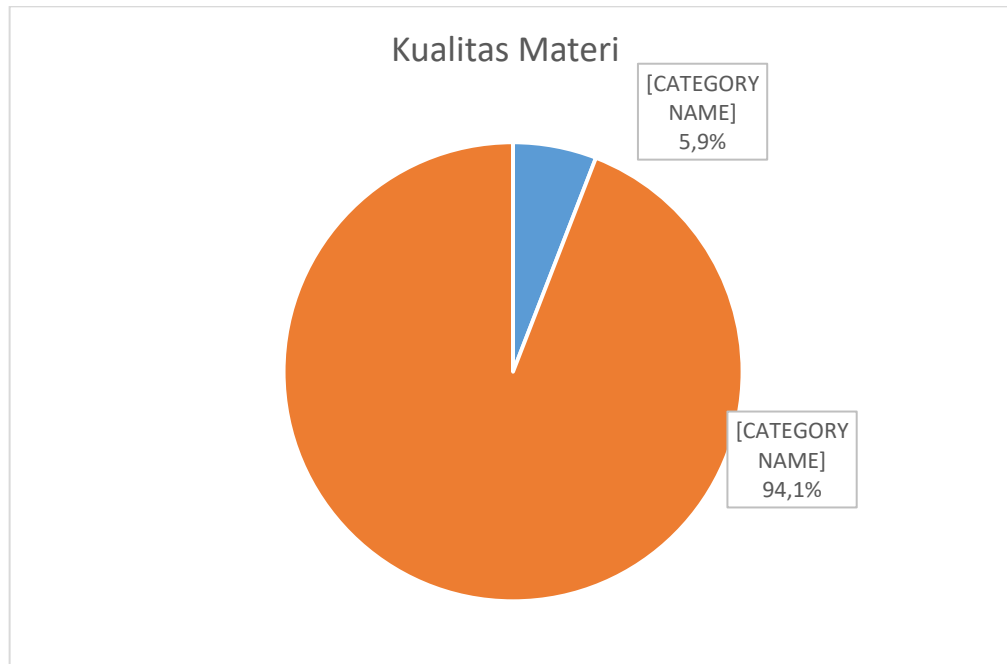
didik merasa masih belum dapat mengatasi kesalahan pengoperasian dengan cepat dan mudah karena belum adanya penanganan *troubleshooting* pada *jobsheet*.



Gambar 35. Diagram Distribusi Kelayakan Aspek Kemanfaatan.

Menurut Gambar 35. hasil analisis untuk aspek kemanfaatan menunjukkan bahwa sejumlah 5,9% pengguna menyatakan “Sangat Layak” media pembelajaran untuk digunakan. Sedangkan sebagian besarnya yaitu 11,8% pengguna menyatakan “Layak” untuk digunakan. Sebesar 76,5% menyatakan “Cukup Layak” dan 5,9% menyatakan “Tidak Layak”. Aspek kemanfaatan tersusun atas beberapa indikator, yaitu: penambah kemandirian peserta didik dalam belajar, mempermudah pemahaman peserta didik, menambah motivasi peserta didik, dan kegunaannya sebagai media pembelajaran. Peserta didik menilai bahwa media pembelajaran belum cukup membantu proses pembelajaran karena contoh program pada *jobsheet* tidak dijelaskan secara terperinci. Penggunaan media pembelajaran masih dirasa kurang mempermudah peserta didik dalam memahami materi sistem kendali

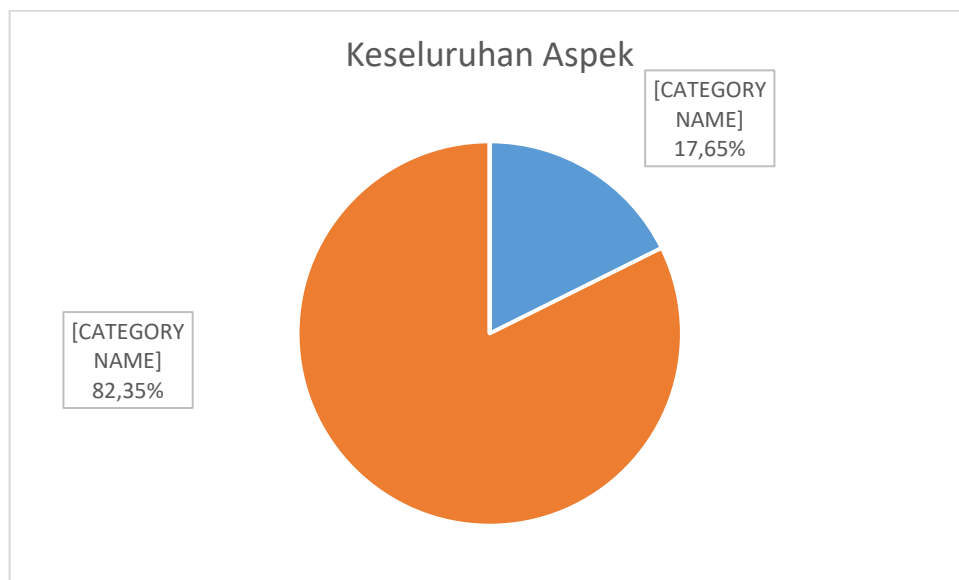
fuzzy kecepatan motor DC karena algoritma logika fuzzy-nya belum dijelaskan secara rinci. Media pembelajaran juga belum cukup mampu untuk membuat peserta didik belajar dengan lebih mandiri karena latihan soal yang kurang dan petunjuk penggunaan yang dirasa masih kurang terperinci, selain itu, juga belum adanya petunjuk *troubleshooting* untuk media.



Gambar 36. Diagram Distribusi Kelayakan Aspek Kualitas Materi.

Untuk analisis terakhir yaitu aspek kualitas materi, sebanyak 94,1% pengguna menyatakan bahwa kualitas materi dari media pembelajaran “Layak” untuk digunakan. Sedangkan sisanya sebesar 5,9% menyatakan “Sangat Layak”. Aspek kualitas materi pada angket pengguna disusun berdasarkan beberapa indikator, antara lain: kesesuaian *jobsheet* dengan materi pembelajaran, kemudahan penggunaan *jobsheet*, kesesuaian soal latihan pada *jobsheet* dengan materi, kesesuaian penggunaan media pembelajaran dengan materi sebelumnya, dan kemudahan ilustrasi penggunaan media. Menurut peserta didik materi yang terkandung pada media pembelajaran dan juga

jobsheet telah sesuai dengan tujuan pembelajaran yaitu menggunakan sistem kendali fuzzy untuk menstabilkan kecepatan motor DC. Materi yang ada pada *jobsheet* juga dianggap mudah dipahami karena disajikan secara runtut dan jelas. Contoh program pada *jobsheet* dirasa masih cukup sulit dipahami karena belum dijelaskan secara terperinci tiap-tiap bagian. Soal latihan yang diberikan sudah sesuai dengan materi, namun dianggap masih kurang banyak. Penggunaan media pembelajaran dianggap telah sesuai dengan materi yang diberikan sebelumnya yaitu penggunaan motor DC. Ilustrasi yang ada pada *jobsheet* dianggap peserta didik mampu mempermudah pemahaman karena gambar yang ditampilkan cukup jelas dan terperinci.



Gambar 37. Diagram Distribusi Kelayakan Seluruh Aspek

Dapat disimpulkan dari seluruh aspek, media pembelajaran dinyatakan “Layak” untuk digunakan oleh peserta didik dengan persentase sebesar 82,35%. Sedangkan sisanya yaitu 17,65% menyatakan “Sangat layak”. Berdasarkan aspek komunikasi visual, peserta didik menilai media layak digunakan karena tata letak komponen pada media pembelajaran sudah terususun dengan rapi dan

jelas. Notasi keterangan pada media pembelajaran juga tersaji dengan rapi dan jelas sehingga semakin memudahkan peserta didik. Bagian-bagian perangkat keras juga dinilai sudah baik karena dipasang secara berkelompok sesuai dengan fungsinya masing-masing

Berdasarkan aspek pengoperasian trainer, peserta didik menilai bahwa media pembelajan telah layak digunakan dengan adanya langkah-langkah pengoperasian yang mudah diikuti. Langkah operasi yang disusun secara rinci dan teratur membuat peserta didik menilai bahwa mereka dapat belajar dengan cepat menggunakan media pembelajaran sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC. Langkah operasi yang disusun dengan rapi dan jelas membuat peserta didik mudah mengingat cara penggunaannya. Peserta didik menilai media layak digunakan juga karena fungsi dari setiap komponen pada media pembelajaran dapat berjalan dengan baik sesuai dengan tujuannya. Kekurangan yang ada pada cara pengoperasian adalah peserta didik belum mampu belajar secara mandiri sepenuhnya karena contoh program belum dijelaskan secara terperinci dan penanganan *troubleshooting* yang belum tercantum.

Peserta didik menilai *jobsheet* layak digunakan karena materi yang ada telah sesuai dengan silabus. Selain itu runtutan materi yang disajikan membuat peserta didik lebih mudah dalam memahami *jobsheet*. Contoh program yang kurang rinci menjadi salah satu kendala bagi peserta didik untuk memanfaatkan *jobsheet* secara maksimal.

Peserta didik menganggap bahwa media pembelajaran cukup mampu membantu proses pembelajaran dengan mudahnya penggunaan trainer. Hanya saja perlu dilengkapi contoh program yang lebih rinci dan latihan soal yang lebih banyak. Media pembelajaran dianggap meningkatkan motivasi peserta didik

dengan adanya program yang dapat dikembangkan secara mandiri oleh peserta didik. media pembelajaran yang dapat dengan cepat dipelajari semakin membuat peserta didik merasa dapat mengembangkan minat dan perhatiannya.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan pengembangan media pembelajaran sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Penggunaan logika fuzzy sebagai algoritma sistem kendali mampu menstabilkan motor DC setelah diberikan beban pada media pembelajaran sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC. Rentang kecepatan yang dapat dijadikan masukan yaitu antara 0 – 600 rpm. Penggunaan sistem kendali fuzzy mampu membuat kecepatan motor DC lebih stabil dengan toleransi error $\pm 0,67\%$.
2. Tingkat kelayakan media pembelajaran sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC menurut ahli media pembelajaran yang didasarkan pada tiga aspek, yaitu kemanfaatan, rekayasa perangkat, dan komunikasi visual dinyatakan bahwa produk “Layak” untuk digunakan dengan rerata skor 70,5 dari skor maksimal 92. Ahli media pembelajaran menilai bahwa media mempermudah pendidik dan peserta didik dalam proses pembelajaran dengan komponen perangkat yang baik dan pengoperasian yang mudah. Hanya saja tampilan media pembelajaran dianggap masih kurang menarik dan perlu dilengkapi dengan modul pengoperasian. Tingkat kelayakan media pembelajaran sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC menurut ahli materi pembelajaran yang terdiri dari aspek kualitas materi dan kemanfaatan dinyatakan bahwa media pembelajaran “Sangat Layak” untuk digunakan

dengan rerata skor sebesar 65 dari skor maksimal 76. Ahli materi menilai media pembelajaran yang dikembangkan telah sesuai dengan standar kompetensi mata kuliah Robotika dan mencakup materi yang berhubungan dengan sistem kendali kecepatan motor DC. *Jobsheet* yang dibuat telah sesuai dengan materi yang ada dan mudah digunakan. Selain itu, media pembelajaran yang dikembangkan dinilai mampu mempermudah pendidik dan peserta didik dalam kegiatan pembelajaran.

3. Tingkat kelayakan media pembelajaran oleh peserta didik didasarkan pada empat aspek, yaitu :

- a. Aspek komunikasi visual dinyatakan layak dengan persentase 88,24%. Hal ini didasarkan pada penilaian peserta didik bahwa media pembelajaran mempunyai tata letak komponen yang baik dan mudah dipahami, namun tampilannya masih kurang menarik.
- b. Aspek rekayasa perangkat dinyatakan layak dengan persentase 82,4%. Hal ini didasarkan pada penilaian peserta didik yang menyatakan bahwa media pembelajaran mudah dioperasikan dengan ilustrasi yang jelas dan langkah-langkah pengoperasian yang mudah diikuti dan diingat.
- c. Aspek kemanfaatan dinyatakan cukup layak dengan persentase 76,5%. Hal ini didasarkan pada penilaian peserta didik yang menyatakan bahwa media pembelajaran cukup membantu dalam proses pembelajaran dan cukup memotivasi peserta didik. Namun, peserta didik menganggap bahwa media pembelajaran masih cukup sulit untuk dipelajari secara mandiri.

- d. Aspek kualitas materi dinyatakan layak dengan persentase 94,1%.

Hal ini didasarkan pada penilaian terhadap *jobsheet* yang dianggap mempermudah dalam kegiatan pembelajaran dan juga untuk mempelajari media pembelajaran. Namun, contoh program dirasa masih cukup sulit untuk dipahami secara mandiri.

B. Keterbatasan Produk

Penelitian pengembangan media pembelajaran sistem kendali fuzzy keceatan motor DC ini tentunya masih memiliki beberapa keterbatasan. Adapun beberapa keterbatasannya, yaitu :

1. Tombol stop belum ada sehingga untuk menghentikan laju motor DC perlu mematikan langsung dari tombol power.
2. Tampilan media dirasa masih kurang menarik secara warna.
3. Kesesuaian latihan soal dan contoh program pada *jobsheet* perlu diperbaiki.
4. Penelitian ini tidak sampai pada efektivitas terhadap hasil belajar peserta didik apabila menggunakan media pembelajaran yang dikembangkan.

C. Pengembangan Produk Lebih Lanjut

Berikut pengembangan lebih lanjut yang dapat diterapkan selanjutnya :

1. Tombol stop ditambahkan untuk mempermudah dalam pengoperasian media pembelajaran.
2. Tampilan dari media pembelajaran dibuat sedemikian rupa sehingga terlihat lebih menarik.
3. Latihan soal dikembangkan lebih variatif dan contoh program yang dibuat lebih jelas dan lengkap.

D. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, saran yang diberikan untuk penelitian berikutnya terkait pengembangan media pembelajaran sistem kendali kecepatan motor DC yaitu :

1. Pengembangan media pembelajaran dengan lebih lengkap dan menarik baik secara komponen dan juga tampilan.
2. Penambahan variasi soal dan contoh program pada media pembelajaran.
3. Melakukan penelitian hingga pada efektivitas terhadap hasil belajar peserta didik apabila menggunakan media pembelajaran yang dikembangkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arief S. Sadiman.(2010). *Media Pendidikan: Pengertian, Pengembangan dan Pemanfaatannya*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Azhar Arsyad.(2011). *Media Pembelajaran*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Bekti Wulandari dkk.(2015). *Pengembangan Trainer Equalizer grafis dan Parametris Sebagai Media Pembelajaran Mata Kuliah Praktik Sistem Audio*.Yogyakarta: JTPK UNY. Vol.22. No.4.
- Borg, W.R. & Gall, M.D. Gall.(1989). *Educational Research: An Introduction,Fifth Edition*. New York: Longman.
- Branch,M.Robert.(2009). *Instructional Design : The ADDIE Approache*. New York: Springer.
- Daryanto.(2010). *Media pembelajaran: Peranannya Sangat Penting Dalam Mencapai Tujuan Pembelajaran*. Yogyakarta :Gava Media.
- Data Sheet ATMEL No. Rev.2466T–AVR–07/10 (29 Desember 2016).
- Datasheet Incremental Autonics Rotary encoder ES30 (29 Desember 2016).
- Datasheet Motor DC seri VEXTA AHXM230K (29 Desember 2016).
- Datasheet Parallax Inc 4x4 Matrix Membrane Keypad #27899 v1.2 (29 Desember 2016).
- Deny Budi Hertanto.(2011). *Upaya Peningkatan Kualitas Kuliah Jaringan Komputer Melalui Penerapan Media Pembelajaran Paket Tracer 5.0*. Yogyakarta :JPTK UNY.Vol 20.No.1.
- Dikka Pragola.(2014). *Pengembangan Trainer Sistem Kendali Posisi Motor DC Sebagai Media Pembelajaran Robotika*. Skripsi. Yogyakarta : FT UNY.
- Haryanto & Moh Khairudin.(2012). *Pengembangan Model Pembelajaran Jaringan Syaraf Tiruan Supervised Learning Sebagai Media Pembelajaran*.Yogyakarta:JPTK UNY.Vol.21. No.1.
- Heri Andrianto.(2008). *Pemrograman Mikrokontroler AVR ATmega16 Menggunakan Bahasa C (CodeVision AVR)*. Bandung: Penerbit Informatika.
- Imam Faisal.(2016).*Pengembangan Media Pembelajaran Robotika Menggunakan Robot Manipulator Penyeleksi Benda Berbasis Graphical User Interface*.Skripsi. Yogyakarta:FT UNY.

- Kustiono.(2010). *Media Pembelajaran: Konsep, Nilai edukatif, Klasifikasi, Praktek Pemanfaatan dan Pengembangan*. Semarang: Unnes Pers.
- Nana Sudjana, Ahmad Rivai. (2010). *Media Pengajaran*. Bandung: Sinar Baru Algesindo.
- Oemar Hamalik.(1986). *Media Pendidikan*. Bandung: PT Alumni, Cetakan IX.
- Riyanto Sigit. (2007). *Robotika, Sensor dan Aktuator (Persiapan Lomba Kontes Robot Indonesia dan Kontes Robot Cerdas Indonesia)*.Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Rudi Susilana & Cepi Riyana.(2008). *Media Pembelajaran: Hakikat, Pengembangan, Pemanfaaan, dan Penilaian*. Bandung: FIP UPI.
- Sri Kusuma Dewi & Hari Purnomo.(2013). *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Sugiyono.(2010).*Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sujono.(2012).*Fuzzy Logic*.Jakarta:Universitas Budi Luhur.
- Suharsimi Arikunto.(2010). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Tempo.(2015). *WEF Peringkat Daya Saing Indonesia Menurun*. Diakses dari [tingkathttps://m.tempo.co/read/news/2015/10/01/092705445/wef-peringkat-daya-saing-indonesia-menurun:2016](https://m.tempo.co/read/news/2015/10/01/092705445/wef-peringkat-daya-saing-indonesia-menurun:2016). Pada 23 Oktober 2016.

LAMPIRAN

LAMPIRAN

Lampiran 1
Instrumen Penelitian dan Perangkat Pembelajaran

Lampiran 1.1. Kisi – kisi Observasi

Lampiran 1.2. Kisi – kisi Angket Ahli Media Pembelajaran

Lampiran 1.3. Kisi – kisi Angket Ahli Materi Pembelajaran

Lampiran 1.4. Kisi – kisi Pengguna

Lampiran 1.5. Lembar Angket Ahli Materi Pembelajaran

Lampiran 1.6. Lembar Angket Ahli Media Pembelajaran

Lampiran 1.7. Lembar Angket Pengguna

Lampiran 1.8. *Jobsheet Trainer* Sistem Kendali Fuzzy Kecepatan Motor DC

Lampiran 1.9. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran

Lampiran 1.10. Lembar Observasi

Lampiran 1.1. Kisi – kisi Observasi

No.	Aspek	Indikator
1	Aspek Perangkat Pembelajaran	Silabus
		RPP
2	Aspek Proses Pembelajaran	Penyajian materi
		Metode pembelajaran
		Alokasi waktu
		Penggunaan media
		Bentuk evaluasi
3	Aspek Peserta Didik	Perilaku dalam kelas
		kehadiran

Lampiran 1.2. Kisi-Kisi Angket Ahli Materi Pembelajaran

No.	Aspek	Indikator	No. butir
1	Aspek Relevansi / Kualitas Materi	Mengetahui kesesuaian materi pada media pembelajaran	1
		Mengetahui tingkat kompetensi	2,3
		Mengetahui cakupan materi yang terkandung pada media	4,5,6,7
		Mengetahui tingkat kesesuaian kondisi peserta didik dengan media pembelajaran yang dibutuhkan	8,9,10,11,12,13,14,15
2	Aspek Kemanfaatan	Memudahkan pendidik menyampaikan materi	16
		Mempermudah pemahaman peserta didik	17
		Menambah motivasi peserta didik	18,19

Lampiran 1.3. Kisi-Kisi Angket Ahli Media Pembelajaran

No.	Aspek	Indikator	No. butir
1	Aspek Kemanfaatan Media	Mengetahui manfaat media pembelajaran terhadap materi ajar	1, 2
		Mengetahui manfaat media pembelajaran terhadap pendidik	3, 4
		Mengetahui manfaat media pembelajaran terhadap peserta didik	5, 6
		Mengetahui manfaat media pembelajaran terhadap materi ajar lain	7, 8
2	Aspek rekayasa perangkat media	Mengetahui tingkat pemahaman perangkat lunak/ <i>software</i> pada media pembelajaran	9, 10
		Mengetahui tingkat kejelasan konstruksi dan tata letak media pembelajaran	13,14
		Mengetahui tingkat kejelasan fungsi bagian-bagian media pembelajaran	15,16
		Mengetahui kualitas bahan dan komponen media pembelajaran	17,18
3	Aspek komunikasi visual	Mengetahui tingkat kemudahan pengoperasian media pembelajaran	19
		Mengetahui tingkat kemenarikan tampilan media pembelajaran	20,21,22
		Mengetahui tingkat kesesuaian media pembelajaran terhadap sasaran	23

Lampiran 1.4. Kisi-Kisi Angket Pengguna

No.	Aspek	Indikator	No. Butir
1	Aspek Komunikasi Visual	Mengetahui Tingkat Kejelasan Tata Letak Komponen Media	1,2,3,4
2	Aspek Pengoperasian Media	Mengetahui Kemudahan Penggunaan Media	5,6,7,8,11
		Mengetahui Tingkat Kejelasan Fungsi Bagian-Bagian Media Pembelajaran	9,10
3	Aspek Kualitas Materi	Mengetahui Kesesuaian <i>Jobsheet</i> Dengan Materi Pembelajaran	12
		Mengetahui Kemudahan Penggunaan <i>Jobsheet</i>	13,14,15
		Mengetahui Kesesuaian Soal Latihan Pada <i>Jobsheet</i> Dengan Materi	16
		Mengetahui Kesesuaian Penggunaan Media Dengan Materi Sebelumnya	17
		Mengetahui Kemudahan Ilustrasi Pengoperasian Media	18
4	Aspek Kemanfaatan	Membantu Proses Pembelajaran	19
		Menambah Kemandirian Peserta Didik	20
		Mempermudah Pemahaman Peserta Didik	21
		Menambah Motivasi Peserta Didik	22
		Kegunaan Sebagai Media Pembelajaran	23

Lampiran 1.5. Lembar Angket Ahli Materi Pembelajaran

LEMBAR ANGKET MATERI PEMBELAJARAN

Petunjuk Pengisian Angket

1. Angket ini dimaksudkan untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu sebagai ahli materi tentang “PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN SISTEM KENDALI FUZZY KECEPATAN MOTOR DC SEBAGAI MODUL ROBOTIKA”.
2. Saran dan masukan Bapak/Ibu akan sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan media pembelajaran ini.
3. Bapak/Ibu diharapkan memilih salah satu kemungkinan jawaban pada setiap pernyataan yang tersedia dengan memberikan TANDA CENTANG (✓) pada kolom jawaban.

No	PERNYATAAN	PILIHAN JAWABAN			
		STS	TS	S	SS
1	Penggunaan media pembelajaran membantu pembelajaran robotika.				✓

4. Jika Bapak/Ibu ingin mengubah jawaban, maka Bapak/Ibu dapat memberikan tanda MINUS (-) pada pilihan jawaban yang akan diganti dan memberikan TANDA CENTANG(✓) pada kolom penggantinya.

No	PERNYATAAN	PILIHAN JAWABAN			
		STS	TS	S	SS
1	Penggunaan media pembelajaran membantu pembelajaran robotika.			✓	✓

5. Keterangan pilihan jawaban :

STS : Sangat Tidak Setuju TS : Tidak Setuju
S : Setuju SS : Sangat Setuju

Komentar atau saran Bapak/Ibu silakan ditulis pada lembar yang telah disediakan. Apabila tempat yang disediakan tidak mencukupi dapat ditulis pada kertas tambahan yang telah disediakan.

Atas kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi angket ini, saya ucapkan terima kasih.

1. Tabel Pernyataan Uji Materi Pembelajaran

No.	PERNYATAAN	PILIHAN JAWABAN			
		STS	TS	S	SS
Aspek Relevansi materi					
1.	Materi pembelajaran sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC sesuai dengan silabus.				
2.	Media pembelajaran sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC dapat digunakan untuk alat bantu untuk meningkatkan kompetensi pada mata kuliah robotika.				
3.	Media pembelajaran sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC mendukung proses pembelajaran.				
4.	Media pembelajaran sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC memberikan pengetahuan baru tentang logika fuzzy dapat digunakan sebagai sistem kendali kecepatan dengan bantuan mikrokontroller.				
5.	Media pembelajaran sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC memberikan pemahaman tentang pemrograman kecepatan motor DC menggunakan mikrokontroller.				
6.	Materi dalam <i>jobsheet</i> sesuai dengan silabus.				
7.	Materi dalam <i>jobsheet</i> menjelaskan tentang hubungan logika fuzzy dengan sistem kendali kecepatan.				

8.	<i>Jobsheet</i> menyajikan langkah-langkah pengoperasian media pembelajaran sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC dengan baik.				
9.	Ilustrasi dalam <i>jobsheet</i> sulit dipahami.				
10	<i>Jobsheet</i> tidak memiliki keruntutan materi yang baik.				
11.	<i>Jobsheet</i> memiliki keterkaitan yang baik dengan media pembelajaran sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC.				
12.	Contoh pemrograman mikrokontroler dalam <i>jobsheet</i> mudah dipahami.				
13.	Contoh pemrograman mikrokontroler dalam <i>jobsheet</i> mudah dipraktikkan.				
14.	Soal latihan dalam <i>jobsheet</i> sudah sesuai dengan materi yang disampaikan.				
15.	Tata bahasa dalam <i>jobsheet</i> mudah dipahami peserta didik.				
Aspek Kemanfaatan					
16.	Penggunaan media pembelajaran sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC mempersulit pendidik dalam penyampaian materi.				
17.	Penggunaan media pembelajaran sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC mempermudah peserta didik dalam memahami materi yang disampaikan.				

18.	Penggunaan media pembelajaran sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC menumbuhkan semangat belajar peserta didik.				
19.	Penggunaan media pembelajaran sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC memberikan pengalaman baru bagi peserta didik.				

2. Komentarisaran:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Yogyakarta,.....

Validator,

Totok Heru Tri Maryadi, M.Pd.
NIP. 19680406 199303 1 001

Lampiran 1.6. Lembar Angket Ahli Media Pembelajaran

LEMBAR ANGKET MEDIA PEMBELAJARAN

Petunjuk Pengisian Angket

1. Angket ini dimaksudkan untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu sebagai ahli media penilaian tentang “PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN SISTEM KENDALI FUZZY KECEPATAN MOTOR DC SEBAGAI MODUL ROBOTIKA”.
2. Saran dan masukan Bapak/Ibu akan sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan media pembelajaran ini.
3. Bapak/Ibu diharapkan memilih salah satu kemungkinan jawaban pada setiap pernyataan yang tersedia dengan memberikan TANDA CENTANG (✓) pada kolom jawaban.

No	PERNYATAAN	PILIHAN JAWABAN			
		STS	TS	S	SS
1	Penggunaan media pembelajaran membantu pembelajaran robotika.				✓

4. Jika Bapak/Ibu ingin mengubah jawaban, maka Bapak/Ibu dapat memberikan tanda MINUS (-) pada pilihan jawaban yang akan diganti dan memberikan TANDA CENTANG(✓) pada kolom penggantinya.

No	PERNYATAAN	PILIHAN JAWABAN			
		STS	TS	S	SS
1	Penggunaan media pembelajaran membantu pembelajaran robotika.			✓	✓

5. Keterangan pilihan jawaban :

STS : Sangat Tidak Setuju

TS : Tidak Setuju

S : Setuju

SS : Sangat Setuju

6. Komentar atau saran Bapak/Ibu silakan ditulis pada lembar yang telah disediakan. Apabila tempat yang disediakan tidak mencukupi dapat ditulis pada kertas tambahan yang telah disediakan.

Atas kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi angket ini, saya ucapkan terima kasih.

1. Tabel Pernyataan Uji Media Pembelajaran

No	PERNYATAAN	PILIHAN JAWABAN			
		STS	TS	S	SS
1.	Penggunaan media pembelajaran membantu pembelajaran robotika.				
2.	Penggunaan media pembelajaran meningkatkan kualitas pembelajaran robotika.				
3.	Penggunaan media pembelajaran mempermudah pendidik dalam menyampaikan materi ajar.				
4.	Pendidik dapat menarik perhatian peserta didik dengan menggunakan media pembelajaran.				
5.	Penggunaan media pembelajaran tidak memberi motivasi belajar peserta didik.				
6.	Penggunaan media pembelajaran membantu peserta didik dalam memahami pelajaran.				
7.	Materi media pembelajaran sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC berhubungan dengan materi mata kuliah lain.				
8.	Materi media pembelajaran sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC melengkapi materi mata kuliah lain.				
9.	Komponen perangkat keras yang digunakan sudah lengkap				
10.	Pengaturan tata letak port dan tombol pada perangkat keras sitem kendali mudah digunakan.				

11.	Penulisan keterangan notasi <i>port</i> dan tombol pada perangkat keras sistem kendali sudah lengkap.				
12.	Penggunaan komponen pada perangkat keras umum digunakan pada rangkaian elektronik.				
13.	Kualitas konstruksi perangkat keras sistem kendali buruk.				
14.	Penggunaan komponen pada perangkat keras sistem kendali sudah sesuai dengan fungsinya.				
15.	Masing-masing komponen pada perangkat keras sistem kendali dapat bekerja dengan baik.				
16.	Tidak terjadi <i>error</i> saat perangkat keras sistem kendali dijalankan.				
17.	Kualitas bahan pada konstruksi media pembelajaran baik.				
18.	Kualitas komponen elektronik pada media pembelajaran baik.				
19.	Pengoperasian media pembelajaran fuzzy kecepatan motor DC mudah dilakukakn.				
20.	Tampilan media pembelajaran sistem kendali tidak menarik.				
21.	Media pembelajaran fuzzy kecepatan motor DC meningkatkan rasa ingin tahu pada pengguna.				
22.	Media pembelajaran fuzzy kecepatan motor DC lebih sulit digunakan dengan adanya <i>jobsheet</i> .				
23.	Media pembelajaran fuzzy kecepatan motor DC sesuai				

	dengan sasaran.				
--	-----------------	--	--	--	--

2. Komentarisaran:

.....

.....

.....

.....

.....

Yogyakarta,.....

Validator,

Yuwono Indro Hatmojo, S.Pd.,M.Eng.
NIP. 19760720200112 1 002

Lampiran 1.7. Lembar Angket Pengguna

ANGKET PENILAIAN PENGGUNA

Angket ini berisikan butir-butir pertanyaan yang dimaksudkan untuk mengetahui persepsi pengguna tentang **Media Pembelajaran Sistem Kendali Fuzzy Kecepatan Motor DC**. Media pembelajaran ini berupa perangkat keras dan jobsheet untuk membantu proses pembelajaran robotika. Mohon bantuan Saudara untuk memberikan respon pada angket ini sesuai petunjuk yang diberikan.

Nama :

Yogyakarta, 2017

(.....)

A. Petunjuk Pengisian Angket

1. Tulislah data diri anda pada tempat yang telah disediakan.
2. Bacalah angket penelitian ini dengan seksama.
3. Bacalah dan operasikan *trainer* sesuai dengan jobsheet sebelum mengisi angket ini.
4. Butir pernyataan dikelompokkan berdasarkan masing-masing aspek penilaian, yaitu :
 - Desain tampilan
 - Pengoperasian *trainer*
 - Kualitas materi
 - Kemanfaatan.
5. Berilah tanda centang (✓) pada kolom yang telah disediakan sesuai dengan keadaan dan keyakinan anda tentang penilaian sebagai berikut:
1= Tidak Setuju; 2= Kurang Setuju; 3= Setuju; 4= Sangat Setuju
6. Bila telah selesai mengisi lembar angket, mohon segera dikembalikan.
7. Selamat mengisi, terima kasih atas partisipasi anda dalam mengisi angket penelitian ini.

B. Angket Penilaian

No	PERNYATAAN	PILIHAN JAWABAN			
		1	2	3	4
Aspek Desain Tampilan					
1.	Tata letak komponen mempermudah penggunaan <i>trainer</i> sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC.				
2.	Tata letak dan desain tampilan <i>trainer</i> tidak membuat saya bingung.				
3.	Notasi keterangan pada <i>trainer</i> mudah dipahami.				
4.	Bagian – bagian perangkat keras pada <i>trainer</i> mudah dipahami.				
Aspek Pengoperasian <i>Trainer</i>					
5.	Saya dapat belajar menggunakan <i>trainer</i> sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC dengan cepat.				
6.	Langkah – langkah pengoperasian dalam <i>labsheet</i> mudah diikuti.				
7.	Cara penggunaan <i>trainer</i> ini mudah diingat.				
8.	<i>Trainer</i> ini mudah digunakan.				
9.	Fungsi dari setiap komponen dapat berjalan dengan baik.				
10.	<i>Trainer</i> ini dapat berjalan sesuai dengan harapan sebagai sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC.				
11.	Saya dapat mengatasi kesalahan pengoperasian dengan cepat dan mudah.				
Aspek Kualitas Materi					
12.	Materi yang disajikan dalam <i>labsheet</i> sudah sesuai dengan tujuan				


	pembelajaran.				
13.	Materi yang disajikan dalam <i>labsheet</i> mudah dipahami.				
14.	Penggunaan kalimat dalam <i>labsheet</i> mudah dipahami.				
15.	Contoh program mikrokontroller dalam <i>labsheet</i> mudah dipahami.				
16.	Soal latihan dalam <i>labsheet</i> sesuai dengan materi yang telah diberikan sebelumnya.				
17.	Penggunaan <i>trainer</i> sesuai dengan materi yang telah diberikan sebelumnya.				
18.	Ilustrasi pengoperasian <i>trainer</i> dapat mempermudah pembelajaran.				
Aspek Kemanfaatan					
19.	Penggunaan <i>trainer</i> ini dapat membantu proses pembelajaran.				
20.	Penggunaan <i>trainer</i> ini dapat mempermudah saya dalam memahami materi sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC.				
21.	Saya dapat belajar dengan mandiri menggunakan <i>trainer</i> ini.				
22.	<i>Trainer</i> ini dapat mengembangkan minat dan perhatian saya dalam pembelajaran				
23.	<i>Trainer</i> ini berguna sebagai media pembelajaran.				

C. Komentarisaran:

.....
.....
.....

Yogyakarta, 2017

.....


	JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO		
	JOBSHEET		
	Semester 6	Sistem Kendali Fuzzy Kecepatan Motor DC	
	No.	Revisi :	Tgl :

JOBSHEET



Disusun Oleh :
Ulfina Diniyanti (11518244013)

JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2017

	JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO		
	JOBSHEET		
	Semester 6	Sistem Kendali Fuzzy Kecepatan Motor DC	
	No.	Revisi :	Tgl :

1. Kompetensi

Setelah melakukan kegiatan ini peserta didik diharapkan dapat :

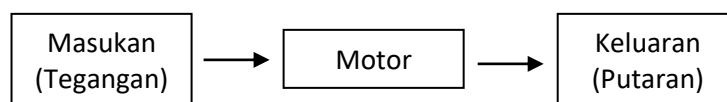
1. Dapat menerapkan prinsip sistem kendali kecepatan motor DC.
2. Dapat menjelaskan karakteristik sistem kendali kecepatan motor DC menggunakan logika fuzzy.

2. Dasar Teori

Motor merupakan salah satu komponen penting dalam pembuatan robot. Motor biasanya digunakan untuk menggerakkan robot tersebut, baik untuk maju mundurnya ataupun gerakan lain. Beberapa contoh robot yang menggunakan motor antara lain lengan robot, line follower, robot pemadam kebakaran, robot soccer, dan lain sebagainya. Sebagai contoh, untuk robot pemadam kebakaran, motor digunakan untuk menggerakkan roda robot dan juga untuk menggerakkan aktuator yang akan menyemporkan air atau angin.


Kecepatan motor penting untuk dikendalikan dalam robot pemadam kebakaran karena ketepatan waktu menjadi salah satu penilaian bagus tidaknya robot tersebut. Misalnya saja untuk kecepatan roda robot perlu diperhitungkan dengan teliti agar dapat sampai pada titik api dengan tepat. Salah satu sistem pengendalian kecepatan motor yang dapat digunakan adalah sistem kendali fuzzy. Untuk sistem kendali ini, robot tidak memerlukan komponen eksternal tambahan, hanya perlu penambahan program pada mikrokontroller yang digunakan.

Berikut representasi pengendalian kecepatan motor menggunakan sebuah diagram :

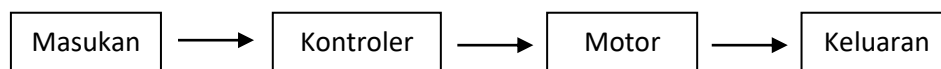


Gambar 1. Diagram representasi kendali kecepatan motor

Berdasarkan Gambar 1 tersebut keluaran motor masih belum dapat sesuai dengan perhitungan atau yang diinginkan karena ada faktor hambatan yang dapat mengurangi atau bahkan menambah kecepatan pada roda dan

	JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO		
	JOBSHEET		
	Semester 6	Sistem Kendali Fuzzy Kecepatan Motor DC	
	No.	Revisi :	Tgl :

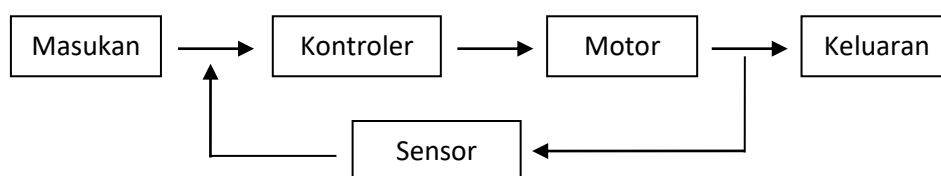
membuatnya fluktuatif atau tidak stabil. Agar putaran motor dapat stabil maka perlu ditambahkan satu hal lagi yaitu sebuah controller. Controller ini ditujukan untuk menstabilkan kecepatan motor. Controller biasanya dapat berbentuk komponen keras seperti transistor, rangkaian penggerak, ataupun yang lainnya. Namun dalam praktik ini controller yang digunakan tidak menggunakan komponen keras, tapi sebuah program tambahan yang ditanamkan pada mikrocontroller. Diagram berikut akan menunjukkan di mana letak controller agar dapat menstabilkan kecepatan yang diinginkan :



Gambar 2. Diagram sistem kendali loop terbuka

Sistem kendali biasanya terbagi 2 macam yaitu sistem kendali loop terbuka dan sistem kendali loop tertutup. Sistem kendali loop terbuka biasanya masih menyisakan Sistem kendali seperti di atas, dengan masukan plant yang tidak tergantung dari keluaran, dikenal dengan sistem kontrol lingkaran terbuka (*open - loop control system*).


Agar keluaran sistem tidak mudah terganggu, dapat ditambahkan komponen lain yang mengukur keluaran sistem dan kemudian membandingkannya dengan keluaran yang diinginkan (= masukan acuan). Inilah yang disebut sistem kontrol lingkaran tertutup (*closed - loop control system*).

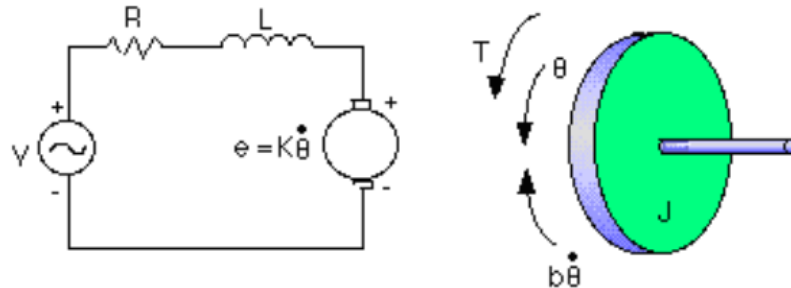


Gambar 3. Diagram sistem loop tertutup

a. Motor DC

Motor DC bekerja berdasarkan prinsip gaya elektromagnetik sehingga apabila motor tersebut diberi catu daya, arus akan mengalir ke dalam motor kemudian menghasilkan torsi putar yang sebanding dengan arus tersebut. Pemodelan Rangkaian internal Motor DC secara sederhana dan analisisnya adalah sebagai berikut :

	JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO		
	JOBSHEET		
	Semester 6	Sistem Kendali Fuzzy Kecepatan Motor DC	
	No.	Revisi :	Tgl :



Gambar 4. Pemodelan Rangkaian internal DC
 Persamaan kecepatan yang dibangkitkan oleh Motor DC dapat didekati secara linear menurut persamaan berikut ini :

$$N = K_v V$$


Persamaan torsi yang dibangkitkan oleh Motor DC dapat didekati secara linear menurut persamaan berikut ini :

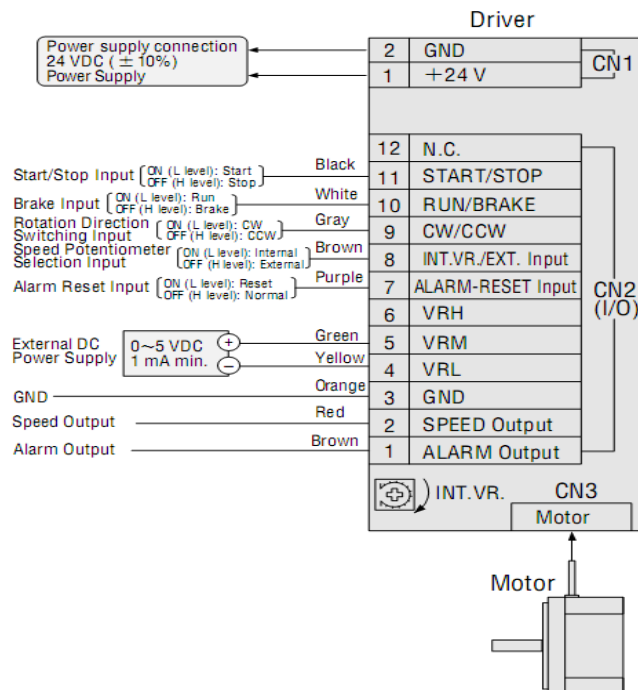
$$T = K_a I$$

dimana K_a adalah konstanta jangkar motor yang bergantung pada banyaknya lilitan pada jangkar, jumlah kutub medan, tipe belitan dan penampang jangkarnya. Adapun besarnya tegangan ggl induksi lawan yang dibangkitkan motor ketika berputar adalah sebanding dengan konstanta motor K_b dan kecepatan sudut putaran motor $\dot{\theta}$ atau turunan pertama dari posisi sudut motor (θ).

b. Motor Vexta AHXM230K

Motor VEXTA merupakan type motor DC brushless produksi Oriental Motor corp. Motor ini sudah dilengkapi gearbox dengan perbandingan yang bervariasi. Motor VEXTA memiliki kecepatan maksimum 2500 rpm. Dengan internal gearnya yang 10:1 maka kecepatan maksimum pada poros keluaran adalah 250 rpm, dengan torsi rata-rata sebesar 11,2 kg-cm. Motor ini telah dilengkapi driver dan *internal rotary encoder*. Dengan demikian motor ini sangat sesuai apabila diaplikasikan sebagai actuator robot. Motor ini membutuhkan catu 24V.

	JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO		
	JOBSHEET		
	Semester 6	Sistem Kendali Fuzzy Kecepatan Motor DC	
	No.	Revisi :	Tgl :




Gambar 5. Konfigurasi pin pada driver motor VEXTA

Pada terminal konektor terdapat lima input berupa sinyal “ON” (low level) “OFF” (high level), sebuah input tegangan DC (0-5 V) untuk mengatur kecepatan motor. Dan terdapat dua buah output yaitu output kecepatan yang berupa pulsa-pulsa dan alarm.

c. Rotary Encoder

Rotary Encoder, atau disebut juga Shaft encoder, merupakan perangkat elektro-mekanikal yang digunakan untuk mengkonversi posisi angular (sudut) dari shaft (lubang) atau roda ke dalam kode digital, menjadikannya semacam transduser. Perangkat ini biasanya digunakan dalam bidang robotika, perangkat masukan komputer (seperti optomekanikal mouse dan trackball), serta digunakan dalam kendali putaran radar, dan lain-lain. Terdapat dua tipe utama rotary encoder, yaitu tipe absolut dan tipe relatif.

Rotary Encoder relatif (sering disebut juga *incremental encoder*) digunakan ketika pengkodean absolut tidak dapat digunakan (disebabkan

	JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO		
	JOBSHEET		
	Semester 6	Sistem Kendali Fuzzy Kecepatan Motor DC	
	No.	Revisi :	Tgl :

ukuran dan bentuk piringan cakram). Metode ini juga menggunakan piringan yang dipasang pada poros, tetapi ukuran piringan / cakram lebih kecil, dengan jumlah garis radial yang banyak seperti jeruji roda. Sebuah saklar optik, seperti photodiode, menghasilkan pulsa listrik. Kemudian rangkaian kontrol elektronika menghitung pulsa untuk menerjemahkan sudut putar dari poros.




Gambar 6. *Incremental Rotary Encoder*

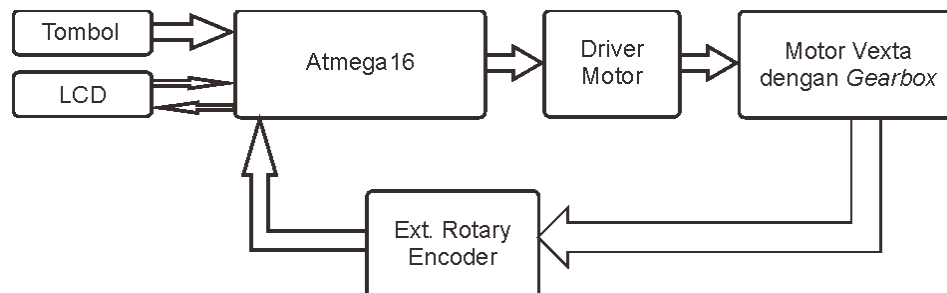
Sistem ini, dalam bentuk yang paling sederhana, tidak dapat mengukur sudut absolut dari poros. Sistem ini hanya dapat mengukur perubahan sudut relatif menjadi data yang berubah-ubah, seperti posisi poros pada saat catu daya dinyalakan. Ketidak pastian posisi ini tidak menjadi masalah untuk perangkat masukan komputer seperti *mouse* dan *trackball*. Ketika posisi absolut harus diketahui, maka bisa ditambah sensor kedua untuk mendeteksi poros melewati posisi nol.

Permasalahan kedua yang bisa muncul di sistem ini adalah tidak dapat menentukan arah putaran poros. Permasalahan ini dapat diatasi dengan penambahan satu buah sensor lagi pada sudut yang berbeda. Arah putaran dapat diketahui dari hasil pembacaan dua sensor tersebut.

Dengan demikian terdapat tiga buah sensor optik yang menjadi keluaran sensor. Sehingga terdapat tiga saluran keluaran yang sering disebut dengan *3 channel incremental rotary encoder*, Ketiga channel tersebut memiliki pulsa keluaran sebagai berikut:

Contoh diagram blok perancangan trainer sistem kendali kecepatan motor dc seri vexta menggunakan sistem kendali close loop ada pada gambar berikut :

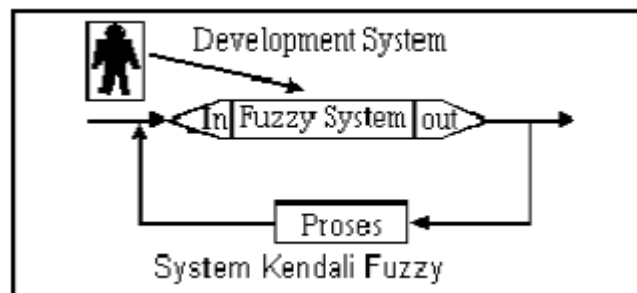
	JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO		
	JOBSHEET		
	Semester 6	Sistem Kendali Fuzzy Kecepatan Motor DC	
	No.	Revisi :	Tgl :



Gambar 7. Diagram blok rancangan media pengendali kecepatan motor vexta dengan umpan balik *external rotary encoder*


d. Logika Fuzzy

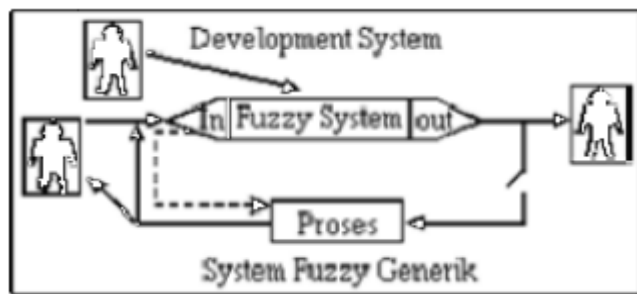
Sistem kendali fuzzy merupakan suatu sistem lingkarang tertutup, di mana tidak terdapat operator yang menjadi bagian dari sistem lingkar kendali (control loop)(Sujono,2012:13). Sistem kendali fuzzy ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 10. Sistem Kendali Fuzzy (Sumber: Sujono, 2012:13)

Sistem kendali fuzzy merujuk pada sistem fuzzy pada umumnya. Ada perbedaan antara sistem fuzzy pada umumnya dengan sistem kendali fuzzy. Sistem fuzzy ditunjukkan pada gambar berikut :


	JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO		
	JOBSHEET		
	Semester 6	Sistem Kendali Fuzzy Kecepatan Motor DC	
	No.	Revisi :	Tgl :

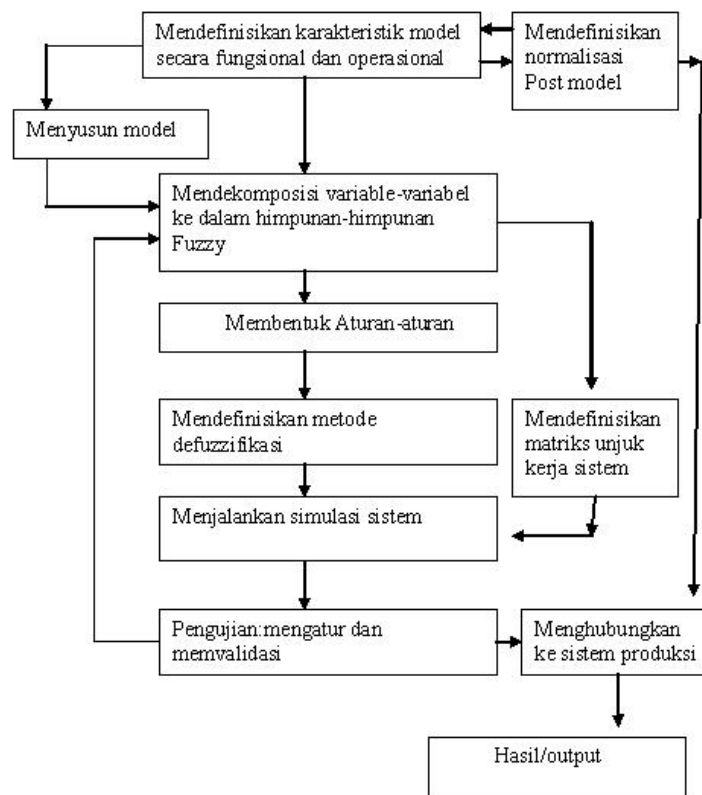


Gambar 11. Sistem Fuzzy Secara Umum (Sumber: Sujono, 2012:13)

Jika dilihat secara seksama, masing-masing sistem memiliki blok proses, sistem fuzzy, dan sistem pengembangan (development system). Namun ada perbedaan yang cukup menonjol yaitu ada dan tidak adanya operator. Sistem fuzzy mempunyai dua operator, operator tidak mesti seorang operator manusia, namun dapat juga berupa sistem fuzzy atau non-fuzzy yang berfungsi mengantarkan masukan atau keluaran sinyal proses. Operator dalam sistem fuzzy ada 2 yaitu yang bertanggung jawab atas masukan sistem fuzzy dan keluaran dari proses, sedangkan yang satunya lagi bertugas membawa masukan ke dalam proses dan menentukan keluaran dari sistem fuzzy. Sedangkan dalam sistem kendali fuzzy operator tersebut tidak ada karena telah digantikan dengan sistem lingkaran kendali (control loop). Sistem lingkaran kendali atau yang biasanya dikenal dengan loop tertutup ini akan bekerja memberikan masukan dari hasil keluaran dari proses.

Adapun langkah penyelesaian menggunakan logika fuzzy sebagai berikut :

	JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO		
	JOBSHEET		
	Semester 6	Sistem Kendali Fuzzy Kecepatan Motor DC	
	No.	Revisi :	Tgl :



Gambar 8. Langkah umum penyelesaian model fuzzy.
 (Afan,Pemodelan dasar sistem fuzzy.2012.
<http://socs.binus.ac.id/2012/03/02/pemodelan-dasar-sistem-fuzzy/>,2 Juli 2017)


3. Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan :

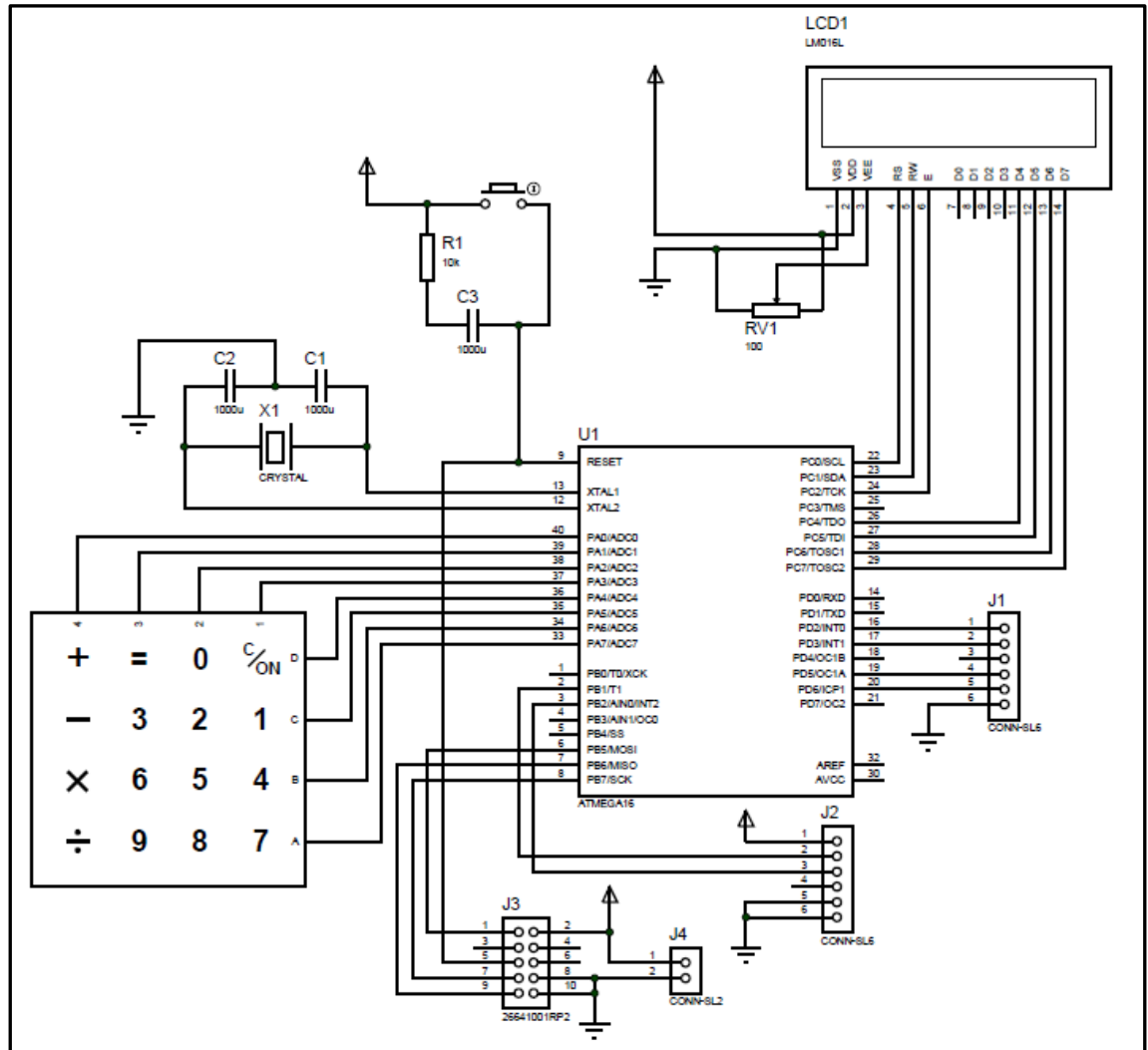
- *Trainer* Sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC
- AVR Downloader
- Komputer yang ter-instal software CodevisionAVR 2.05.0 atau di atasnya.

4. Keselamatan Kerja

- Periksa semua komponen yang akan digunakan. Pastikan tidak terdapat cacat yang memungkinkan terjadinya kerusakan hardware.
- Hati-hati ketika menghubungkan dengan sumber AC 220. Lindungi diri dari efek kejutan listrik akibat *grounding* yang kurang sempurna.
- Membaca dan mengikuti semua prosedur praktikum dengan cermat.

	JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO		
	JOBSHEET		
	Semester 6	Sistem Kendali Fuzzy Kecepatan Motor DC	
	No.	Revisi :	Tgl :

5. Gambar Kerja



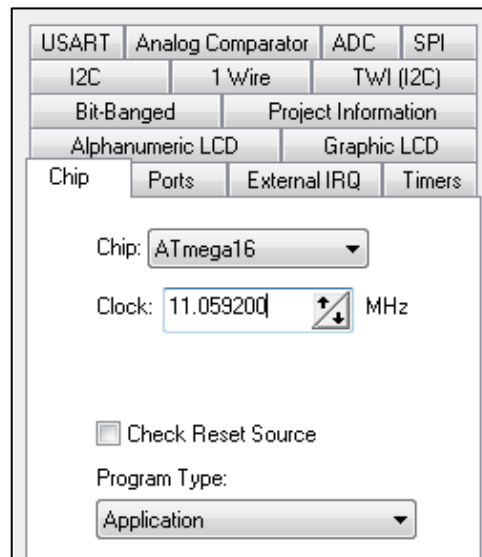
Gambar 9. Rangkaian Sistem Minimum Sistem Kendali Kecepatan Motor DC

	FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA		
	JOBSHEET		
	Semester 6	Sistem Kendali Fuzzy Kecepatan Motor DC	
	No.	Revisi :	Tgl :

6. Langkah Kerja

a. Membuat Program Kendali Kecepatan Motor Tanpa Kontroller.

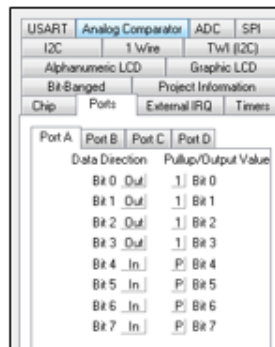
1. Buatlah project baru dengan software CodevisionAVR.
2. Pilih chip Atmega16 dan clock 11,059200 MHz



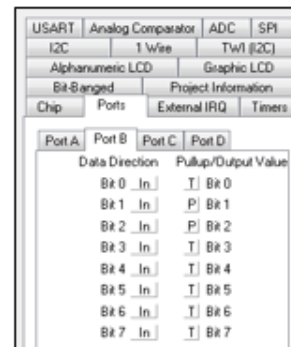
Gambar 10. Pengaturan Chip pada Codewizard

3. Atur port yang digunakan sesuai gambar berikut :

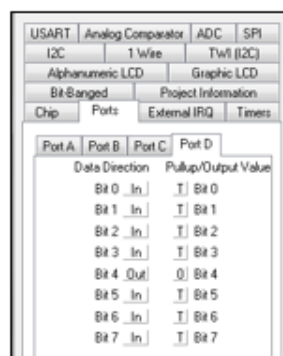
	FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA		
	JOBSHEET		
	Semester 6	Sistem Kendali Fuzzy Kecepatan Motor DC	
	No.	Revisi :	Tgl :



1



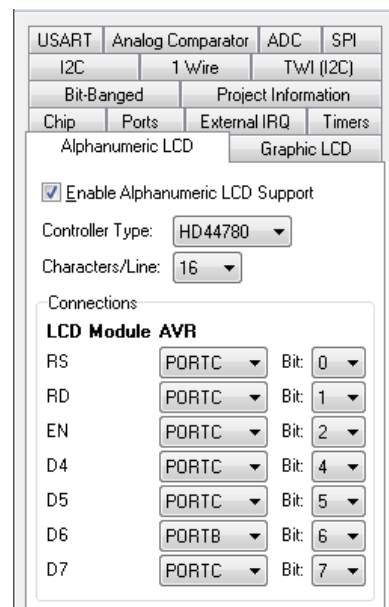
2



3

Gambar 11. Pengaturan Port pada Codewizard

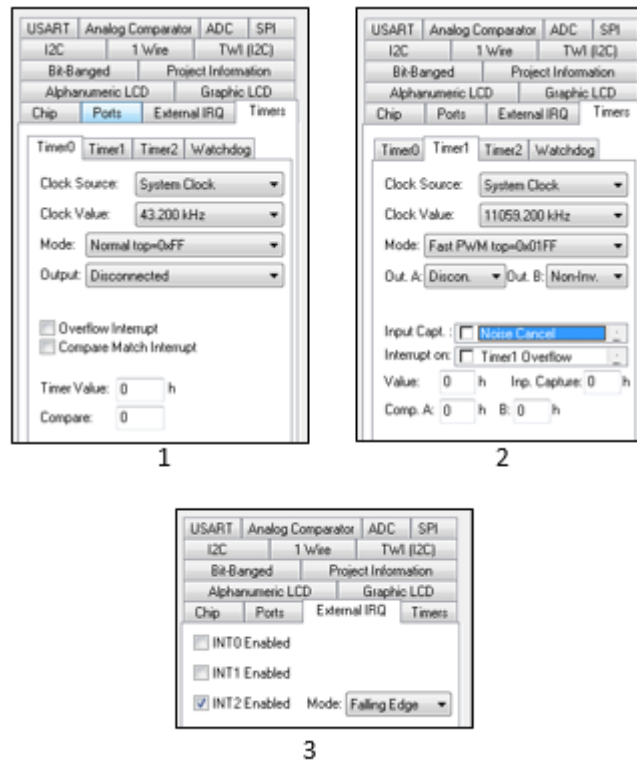
4. Atur LCD seperti gambar berikut :



Gambar 12. Pengaturan Port Alphanumeric LCD.

5. Atur timer dan external interrupt seperti berikut :

	FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA		
	JOBSHEET		
	Semester 6	Sistem Kendali Fuzzy Kecepatan Motor DC	
	No.	Revisi :	Tgl :



Gambar 13. Pengaturan Timer dan External Interrupt.

6. Simpan project dengan nama Progam1 yaitu program tanpa sistem kendali.
7. Buatlah Membuat definisi pada program (#define program1)
8. Masukkan script Progam1 sesuai dengan lampiran.
4. Compile program yang telah dibuat dan pastikan tidak ada error. Apabila terdapat error berarti program yang dibuat belum sesuai.
5. Downloadkan program yang telah dibuat ke trainer melauai port ISP.
6. Nyalakan trainer dengan menekan tombol power.
7. Tekan tombol 'A' pada keypad, lalu masukkan nilai kecepatan yang di inginkan.
8. Tekan '#' sebagai enter kemudian perhatikan nilai keluaran dari kecepatan yang dihasilkan.
9. Angka yang tampil pada LCD adalah nilai kecepatan aktual dari motor dc.

	FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA		
	JOBSHEET		
	Semester 6	Sistem Kendali Fuzzy Kecepatan Motor DC	
	No.	Revisi :	Tgl :

10. Catat hasil kecepatan putaran pada tabel.

Tabel Hasil Uji Program1

No	V in	V out	V in - Vout	Err (%)
1.	50			
2.	100			
3.	150			
4.	200			
5.	300			
6.	500			
7.	750			
8.	900			
9.	1000			
10.	1200			

b. Kendali kecepatan menggunakan sistem kendali fuzzy

1. Buatlah project baru dengan software CodevisionAVR.
2. Pilih chip Atmega16 dan clock 12.000000 MHz



USART Analog Comparator ADC SPI
I2C 1 Wire TWI (I2C)
Alphanumeric LCD Graphic LCD
Bit-Banged Project Information
Chip Ports External IRQ Timers

Chip: ATmega16
Clock: 12.000000 MHz
☐ Check Reset Source
Program Type: Application

Gambar 14. Pengaturan port pada codewizard.

3. Atur port yang akan digunakan sesuai gambar berikut :

USART Analog Comparator ADC SPI
I2C 1 Wire TWI (I2C)
Alphanumeric LCD Graphic LCD
Bit-Banged Project Information
Chip Ports External IRQ Timers

Port A Port B Port C Port D
Data Direction Pullup/Output Value
Bit 0 Out 1 Bit 0
Bit 1 Out 1 Bit 1
Bit 2 Out 1 Bit 2
Bit 3 Out 1 Bit 3
Bit 4 In P Bit 4
Bit 5 In P Bit 5
Bit 6 In P Bit 6
Bit 7 In P Bit 7

1

USART Analog Comparator ADC SPI
I2C 1 Wire TWI (I2C)
Alphanumeric LCD Graphic LCD
Bit-Banged Project Information
Chip Ports External IRQ Timers

Port A Port B Port C Port D
Data Direction Pullup/Output Value
Bit 0 In T Bit 0
Bit 1 In P Bit 1
Bit 2 In P Bit 2
Bit 3 In T Bit 3
Bit 4 In T Bit 4
Bit 5 In T Bit 5
Bit 6 In T Bit 6
Bit 7 In T Bit 7

2

USART Analog Comparator ADC SPI
I2C 1 Wire TWI (I2C)
Alphanumeric LCD Graphic LCD
Bit-Banged Project Information
Chip Ports External IRQ Timers

Port A Port B Port C Port D
Data Direction Pullup/Output Value
Bit 0 In T Bit 0
Bit 1 In T Bit 1
Bit 2 In T Bit 2
Bit 3 In T Bit 3
Bit 4 Out 0 Bit 4
Bit 5 In T Bit 5
Bit 6 In T Bit 6
Bit 7 In T Bit 7

3

Gambar 15. Pengaturan port pada codewizard.

	FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA		
	JOBSHEET		
	Semester 6	Sistem Kendali Fuzzy Kecepatan Motor DC	
	No.	Revisi :	Tgl :

4. Simpan project dengan nama Program2 yaitu program dengan algoritma logika fuzzy.
5. Membuat definisi pada program (#define prog_sk_p2)
6. Compile program yang telah dibuat dan pastikan tidak ada error. Apabila terdapat error berarti program yang dibuat belum sesuai.
7. Downloadkan program yang telah dibuat ke trainer melalui port ISP.
8. Hidupkan *trainer* dengan menekan tombol power pada bagian samping *trainer*.
9. Tekan tombol 'A' untuk memasukkan kecepatan yang diinginkan.
10. Tekan tombol '#' sebagai enter pada keypad, perhatikan nilai keluaran yang dihasilkan
11. Angka yang tampil pada LCD adalah nilai kecepatan yang diinginkan dan nilai kecepatan yang distabilkan menggunakan program sistem kendali fuzzy P2.
12. Catat hasil kecepatan putaran pada tabel.

Tabel Hasil Uji Program2

No	V in	V out	V in - Vout	Err (%)
1.	50			
2.	100			
3.	150			
4.	200			
5.	300			
6.	500			



FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

JOBSHEET

Semester 6

Sistem Kendali Fuzzy Kecepatan Motor DC

No.

Revisi :

Tgl :

7.	750			
8.	900			
9.	1000			
10.	1200			

	FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA		
	JOBSHEET		
	Semester 6	Sistem Kendali Fuzzy Kecepatan Motor DC	
	No.	Revisi :	Tgl :

KODE PROGRAM P1 (tanpa sistem kendali)

Kode program ini digunakan untuk membaca kecepatan motor DC secara langsung tanpa sistem kendali.

```
#include <mega16.h>
#include <delay.h>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

// Alphanumeric LCD functions
#include <alcd.h>

#define speed_vexta OCR1B

unsigned int rot,kec,count;

char buff[15];
char data;

int Kp;
int Ki;
int Kd;

const char KEYTABLE[4][4] =
{{'1','2','3','A'},{'4','5','6','B'},{'7','8','9','C'},{'*','0','#','D'}};

unsigned char keyb()
{
    char kolom, baris, bit_kolom, output, bit_baris;
    output = 0;
    for(kolom=0;kolom<4;kolom++)
    {
        PORTA = ~(0b00001000>>kolom);
        for(baris=0;baris<4;baris++)
        {
            if(((PINA >>(7-baris))&0x01)==0)
            {
                output= KEYTABLE[baris][kolom];
                return output;
            }
        }
    }

    return 0xff;
}
```


	FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA		
	JOBSHEET		
	Semester 6	Sistem Kendali Fuzzy Kecepatan Motor DC	
	No.	Revisi :	Tgl :

}

// Declare your global variables here

void lcd(unsigned char x,unsigned char y,int data)

{

int a,b,c,d;

a = data/1000;

data = data%1000;

b = data/100;

data = data%100;

c = data/10;

d = data%10;

lcd_gotoxy(x,y);

//lcd_putchar(a+0x30);

lcd_putchar(b+0x30);

lcd_putchar(c+0x30);

lcd_putchar(d+0x30);

}

char nilai[15];

long int nilai_angka;

unsigned char m;

void hapus(void)

{

for(m=0;m<15;m++)

{

nilai[m] = "";

}

}

int pl;

// Timer 0 overflow interrupt service routine

interrupt [TIM0_OVF] void timer0_ovf_isr(void)

{

TCNT0=0x00;

// Place your code here

data=keyb();

pl++;

}

	FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA		
	JOBSHEET		
	Semester 6	Sistem Kendali Fuzzy Kecepatan Motor DC	
	No.	Revisi :	Tgl :

```
void kedip()
{
    if(pl==10){lcd_gotoxy(10,0);lcd_putchar(0xff);}
    if(pl==20){lcd_gotoxy(10,0);lcd_putchar(0x00); pl=0;}
}
```

```
void edit(char var)
{
    unsigned char j,k;
in:
    hapus();
    lcd_gotoxy(var-2,0);
    lcd_putsf(" ");
    lcd_putsf("_");
    for(j=0;j<3;j++)
    {
        while(data!=0xFF){}
        while(data==0xFF){}
        if(data!=0xFF){nilai[j] = data;}
        if(data=='#') goto out;
        if(data=='*')
        {
            goto in;
        }
    }
}
```

```
for(k=0;k<3;k++)
{
    sprintf(buff, "%c", nilai[j-k]);
    lcd_gotoxy(var-k,0);
    if((j-k)>=0) lcd_puts(buff);
}
while(data!=0xFF){}
}
while(data!='#')
{
    if(data=='*')
    {
        lcd_gotoxy(13,0);
        lcd_putsf(" ");
        goto in;
    }
}
out:
```

	FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA		
	JOBSHEET		
	Semester 6	Sistem Kendali Fuzzy Kecepatan Motor DC	
	No.	Revisi :	Tgl :

```

    lcd_gotoxy(var+1,0);
    lcd_putsf(" ");
}

void awal(void)
{
    lcd_gotoxy(0,0);
    lcd_putsf("input: ");
}

void konversi(char konv)
{
    if(konv=='s') nilai_angka = atol(nilai);
    if(konv=='p') Kp = atol(nilai);
    if(konv=='i') Ki = atol(nilai);
    if(konv=='d') Kd = atol(nilai);
}

// External Interrupt 2 service routine
interrupt [EXT_INT2] void ext_int2_isr(void)
{
    // Place your code here
    rot++;
}

float error,last_error,speed_ref,speed_act,pid,integral,derivative;
int spd;
int cnt;
// Timer2 overflow interrupt service routine

void speed_control(void)
{
    integral += error;
    derivative = error-last_error;
    pid = (((Kp*error))+ ((Ki*integral))+((Kd*derivative)))/2;
    last_error = error;
    spd=speed_vexta+(pid);
    if(spd<0)spd=0;
    speed_vexta=spd;
}

interrupt [TIM2_OVF] void timer2_ovf_isr(void)

```

	FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA		
	JOBSHEET		
	Semester 6	Sistem Kendali Fuzzy Kecepatan Motor DC	
	No.	Revisi :	Tgl :

```

{
// Reinitialize Timer2 value
TCNT2=0x94;
// Place your code here
count++;
if (count == 10) {kec = rot*6/4; rot = 0; count = 0;}
//tampil_kecepatan();
cnt++;
if (cnt==1)
{
speed_act=kec;
speed_ref=nilai_angka;
error = speed_ref-speed_act;
if(error>10) error = 10;
if(error<-10) error = -10;
speed_control();
cnt=0;
}
}

```

```

void tampil_kecepatan(void)
{
lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("ref:");
lcd_gotoxy(9,1);
lcd_putsf("act:");
lcd(4,1,nilai_angka);
lcd(13,1,kec);
}

```

```

void set(void)
{
while(data==0xFF)
{
//speed_control();
tampil_kecepatan();
}
if(data=='A')
{
lcd_gotoxy(0,0);
lcd_putsf("Speed:");
edit(8);
}
}

```

	FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA		
	JOBSHEET		
	Semester 6	Sistem Kendali Fuzzy Kecepatan Motor DC	
	No.	Revisi :	Tgl :

```

    konversi('s');
}
if(data=='B')
{
    lcd_gotoxy(0,0);
    lcd_putsf("Kp :");
    edit(8);
    konversi('p');
}
if(data=='C')
{
    lcd_gotoxy(0,0);
    lcd_putsf("Ki :");
    edit(8);
    konversi('i');
}
if(data=='D')
{
    lcd_gotoxy(0,0);
    lcd_putsf("Kd :");
    edit(8);
    konversi('d');
}
}

```

```

void main(void)
{

    lcd_init(16);

    // Global enable interrupts
    #asm("sei")

    PORTD.2=0;
    PORTD.5=0;
    PORTD.6=0;
    speed_vexta=0;
    while (1)
    {
        // Place your code here

        set();    }}

```

	FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA		
	JOBSHEET		
	Semester 6	Sistem Kendali Fuzzy Kecepatan Motor DC	
	No.	Revisi :	Tgl :

KODE PROGRAM P2 (dengan algoritma logika fuzzy)

Kode program ini digunakan untuk membaca kecepatan motor DC menggunakan sistem kendali fuzzy.

```
#include <mega16.h>
#include <delay.h>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <math.h>

// Alphanumeric LCD functions
#include <alcd.h>

#define speed_vexta OCR1B

unsigned int rot,kec,count;

char buff[15];
char data;

const char KEYTABLE[4][4] = {{'1','2','3','A'},{'4','5','6','B'},{'7','8','9','C'},{'*','0','#','D'}};

unsigned char keyb()
{
    char kolom, baris, output;
    output = 0;
    for(kolom=0;kolom<4;kolom++)
    {
        PORTA = ~(0b00001000>>kolom);
        for(baris=0;baris<4;baris++)
        {
            if(((PINA >>(7-baris))&0x01)==0)
            {
                output= KEYTABLE[baris][kolom];
                return output;
            }
        }
    }
}
```

	FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA		
	JOBSHEET		
	Semester 6	Sistem Kendali Fuzzy Kecepatan Motor DC	
	No.	Revisi :	Tgl :

```

    }
    return 0xff;
}

```

// Declare your global variables here

```
void lcd(unsigned char x,unsigned char y,int data)
```

```

{
    int a,b,c,d;

    a = data/1000;
    data = data%1000;
    b = data/100;
    data = data%100;
    c = data/10;
    d = data%10;

    lcd_gotoxy(x,y);
    //lcd_putchar(a+0x30);
    lcd_putchar(b+0x30);
    lcd_putchar(c+0x30);
    lcd_putchar(d+0x30);
}

```

```

char nilai[15];
long int nilai_angka;

```

```
unsigned char m;
```

```

void hapus(void)
{
    for(m=0;m<15;m++)
    {
        nilai[m] = "";
    }
}

```

	FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA		
	JOBSHEET		
	Semester 6	Sistem Kendali Fuzzy Kecepatan Motor DC	
	No.	Revisi :	Tgl :

```

int pl;
// Timer 0 overflow interrupt service routine
interrupt [TIM0_OVF] void timer0_ovf_isr(void)
{
    TCNT0=0x00;
    // Place your code here
    data=keyb();
    pl++;
}

```

```

void edit(char var)
{
    unsigned char j,k;
    in:
    hapus();
    lcd_gotoxy(var-2,0);
    lcd_putsf(" ");
    lcd_putsf("_");
    for(j=0;j<3;j++)
    {
        while(data!=0xFF){}
        while(data==0xFF){}
        if(data!=0xFF){nilai[j] = data;}
        if(data=='#') goto out;
        if(data=='*')
        {
            goto in;
        }
    }
}

```

```

for(k=0;k<3;k++)
{
    sprintf(buff, "%c", nilai[j-k]);
    lcd_gotoxy(var-k,0);
    if((j-k)>=0) lcd_puts(buff);
}
while(data!=0xFF){}

```


	FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA		
	JOBSHEET		
	Semester 6	Sistem Kendali Fuzzy Kecepatan Motor DC	
	No.	Revisi :	Tgl :

```

}
while(data!= '#')
{
    if(data=='*')
    {
        lcd_gotoxy(13,0);
        lcd_putsf(" ");
        goto in;
    }
}
out:
lcd_gotoxy(var+1,0);
lcd_putsf(" ");
}

```

```

void konversi(char konv)
{
    if(konv=='s') nilai_angka = atol(nilai);
}

```

```

// External Interrupt 2 service routine
interrupt [EXT_INT2] void ext_int2_isr(void)
{
    // Place your code here
    rot++;
}

```

```

int speed_ref,speed_act;
int spd;
int cnt;
// Timer2 overflow interrupt service routine

```

```

float error[7];
float d_error[7];
int e,de,last_e;

```

	FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA		
	JOBSHEET		
	Semester 6	Sistem Kendali Fuzzy Kecepatan Motor DC	
	No.	Revisi :	Tgl :

```

void fuzifikasi_error(float input)
{
    error[0]=0; error[1]=0; error[2]=0; error[3]=0; error[4]=0; error[5]=0; error[6]=0;

    if(input<=-30) error[0] = 1;
    else if(input<=-20)
    {
        error[0] = (-20-input)/10;
        error[1] = (input+30)/10;
    }
    else if(input<=-10)
    {
        error[1] = (-10-input)/10;
        error[2] = (input+20)/10;
    }
    else if(input<=0)
    {
        error[2] = (0-input)/10;
        error[3] = (input+10)/10;
    }
    else if(input<=10)
    {
        error[3] = (10-input)/10;
        error[4] = input/10;
    }
    else if(input<=20)
    {
        error[4] = (20-input)/10;
        error[5] = (input-10)/10;
    }
    else if(input<=30)
    {
        error[5] = (30-input)/10;
        error[6] = (input-20)/10;
    }
    else error[6] = 1;

```

	FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA		
	JOBSHEET		
	Semester 6	Sistem Kendali Fuzzy Kecepatan Motor DC	
	No.	Revisi :	Tgl :

}

```
void fuzifikasi_d_error(float input)
{
    d_error[0]=0; d_error[1]=0; d_error[2]=0; d_error[3]=0; d_error[4]=0; d_error[5]=0;
    d_error[6]=0;
```

```
    if(input<=-3) d_error[0] = 1;
    else if(input<=-2) d_error[1] = 1;
    else if(input<=-1) d_error[2] = 1;
    else if(input<=0) d_error[3] = 1;
    else if(input<=1) d_error[4] = 1;
    else if(input<=2) d_error[5] = 1;
    else d_error[6] = 1;
}
```

```
int rule[7][7] = {{0,0,0,0,1,2,3},
                  {0,0,0,1,2,3,4},
                  {0,0,1,2,3,4,5},
                  {0,1,2,3,4,5,6},
                  {1,2,3,4,5,6,6},
                  {2,3,4,5,6,6,6},
                  {3,4,5,6,6,6,6}};
```

```
float u[7];
void inferensi(void)
{
    char i,j,k;
    u[0]=0; u[1]=0; u[2]=0; u[3]=0; u[4]=0; u[5]=0; u[6]=0;
    for(i=0; i<7; i++)
    {
        for(j=0; j<7; j++)
        {
            k = rule[i][j];
            u[k] = fmax(u[k],fmin(error[i],d_error[j]));
        }
    }
}
```

	FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA		
	JOBSHEET		
	Semester 6	Sistem Kendali Fuzzy Kecepatan Motor DC	
	No.	Revisi :	Tgl :

```
}
```

```
float uk;
```

```
float num, den;
```

```
void defuzifikasi(void)
```

```
{
```

```
float z[7]={-15,-10,-5,0,5,10,15};
```

```
num = (z[0]*u[0]+z[1]*u[2]+z[2]*u[2]+z[3]*u[3]+z[4]*u[4]+z[5]*u[5]+z[6]*u[6]);
```

```
den = u[0]+u[1]+u[2]+u[3]+u[4]+u[5]+u[6];
```

```
if(den!=0) uk = num/den;
```

```
else uk = 0;
```

```
}
```

```
void speed_control(void)
```

```
{
```

```
de = e-last_e;
```

```
fuzifikasi_error(e);
```

```
fuzifikasi_d_error(de);
```

```
last_e = e;
```

```
inferensi();
```

```
defuzifikasi();
```

```
spd = speed_vexta + (uk);
```

```
if(spd<0) spd = 0;
```

```
if(spd>1000) spd = 1000;
```

```
speed_vexta = spd;
```

```
}
```

```
interrupt [TIM2_OVF] void timer2_ovf_isr(void)
```

```
{
```

```
// Reinitialize Timer2 value
```

```
TCNT2=0x94;
```

```
// Place your code here
```

```
count++;
```

```
if (count == 10) {kec = rot*6/4; rot = 0; count = 0;}
```

```
//tampil_kecepatan();
```

```
cnt++;
```

	FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA		
	JOBSHEET		
	Semester 6	Sistem Kendali Fuzzy Kecepatan Motor DC	
	No.	Revisi :	Tgl :

```

if (cnt==5)
{
    speed_act=kec;
    speed_ref=nilai_angka;
    e = speed_ref-speed_act;
    //if(e>30) e = 30;
    //if(e<-30) e= -30;
    speed_control();
    cnt=0;
}
}

```

```

void tampil_kecepatan(void)
{
    lcd_gotoxy(0,1);
    lcd_putsf("ref:");
    lcd_gotoxy(9,1);
    lcd_putsf("act:");
    lcd(4,1,nilai_angka);
    lcd(13,1,kec);
}

```

```

void set(void)
{
    while(data==0xFF)
    {
        //speed_control();
    /*  lcd_clear();
        sprintf(buff,"%0.2f",uk);
        lcd_gotoxy(10,0);
        lcd_puts(buff);
        sprintf(buff,"%0.2f",num);
        lcd_gotoxy(0,0);
        lcd_puts(buff);
        sprintf(buff,"%0.2f",den);
        lcd_gotoxy(5,0);
        lcd_puts(buff);
    */
}

```

	FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA		
	JOBSHEET		
	Semester 6	Sistem Kendali Fuzzy Kecepatan Motor DC	
	No.	Revisi :	Tgl :

```

*/
tampil_kecepatan();
delay_ms(2000);
}
if(data=='A')
{
    lcd_gotoxy(0,0);
    lcd_putsf("Speed:");
    edit(8);
    konversi('s');
}

}

void main(void)
{
    // Declare your local variables here

    // Input/Output Ports initialization
    // Port A initialization
    // Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=Out Func2=Out Func1=Out Func0=Out
    // State7=P State6=P State5=P State4=P State3=1 State2=1 State1=1 State0=1
    PORTA=0xFF;
    DDRA=0x0F;

    // Port B initialization
    // Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In Func0=In
    // State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=P State1=P State0=T
    PORTB=0x06;
    DDRB=0x00;

    // Port C initialization
    // Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In Func0=In
    // State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T State0=T
    PORTC=0x00;
    DDRC=0x00;

```

	FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA		
	JOBSHEET		
	Semester 6	Sistem Kendali Fuzzy Kecepatan Motor DC	
	No.	Revisi :	Tgl :

```
// Port D initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=Out Func3=In Func2=In Func1=In Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=0 State3=T State2=T State1=T State0=T
PORTD=0x00;
DDRD=0x74; //00010000 -- 01110100
```

```
// Timer/Counter 0 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: 43,200 kHz
// Mode: Normal top=0xFF
// OC0 output: Disconnected
TCCR0=0x05;
TCNT0=0xFF;
OCR0=0x00;
```

```
// Timer/Counter 1 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: 11059,200 kHz
// Mode: Fast PWM top=0x01FF
// OC1A output: Discon.
// OC1B output: Non-Inv.
// Noise Canceler: Off
// Input Capture on Falling Edge
// Timer1 Overflow Interrupt: Off
// Input Capture Interrupt: Off
// Compare A Match Interrupt: Off
// Compare B Match Interrupt: Off
```

```
TCCR1A=0x23;
TCCR1B=0x09;
TCNT1H=0x00;
TCNT1L=0x00;
ICR1H=0x00;
ICR1L=0x00;
OCR1AH=0x00;
OCR1AL=0x00;
```

	FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA		
	JOBSHEET		
	Semester 6	Sistem Kendali Fuzzy Kecepatan Motor DC	
	No.	Revisi :	Tgl :

OCR1BH=0x00;

OCR1BL=0x00;

// Timer/Counter 2 initialization

// Clock source: System Clock

// Clock value: 86,400 kHz

// Mode: Normal top=0xFF

// OC2 output: Disconnected

ASSR=0x00;

TCCR2=0x07;

TCNT2=0x94;

OCR2=0x00;

// External Interrupt(s) initialization

// INT0: Off

// INT1: Off

// INT2: On

// INT2 Mode: Falling Edge

GICR|=0x20;

MCUCR=0x00;

MCUCSR=0x00;

GIFR=0x20;

// Timer(s)/Counter(s) Interrupt(s) initialization

TIMSK=0x41;

// USART initialization

// USART disabled

UCSRB=0x00;

// Analog Comparator initialization

// Analog Comparator: Off

// Analog Comparator Input Capture by Timer/Counter 1: Off

ACSR=0x80;

SFIOR=0x00;

// ADC initialization

	FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA		
	JOBSHEET		
	Semester 6	Sistem Kendali Fuzzy Kecepatan Motor DC	
	No.	Revisi :	Tgl :

```
// ADC disabled
```

```
ADCSRA=0x00;
```

```
// SPI initialization
```

```
// SPI disabled
```

```
SPCR=0x00;
```

```
// TWI initialization
```

```
// TWI disabled
```

```
TWCR=0x00;
```

```
// Alphanumeric LCD initialization
```

```
// Connections are specified in the
```

```
// Project | Configure | C Compiler | Libraries | Alphanumeric LCD menu:
```

```
// RS - PORTC Bit 0
```

```
// RD - PORTC Bit 1
```

```
// EN - PORTC Bit 2
```

```
// D4 - PORTC Bit 4
```

```
// D5 - PORTC Bit 5
```

```
// D6 - PORTC Bit 6
```

```
// D7 - PORTC Bit 7
```

```
// Characters/line: 16
```

```
lcd_init(16);
```

```
// Global enable interrupts
```

```
#asm("sei")
```

```
PORTD.2=0;
```

```
PORTD.5=0;
```

```
PORTD.6=0;
```

```
speed_vexta=0;
```

```
nilai_angka = 100;
```

```
while (1)
```

```
{
```

```
    // Place your code here
```

```
    //tampil_kecepatan();
```

```
    set();  }
```

	FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA		
	JOBSHEET		
	Semester 6	Sistem Kendali Fuzzy Kecepatan Motor DC	
	No.	Revisi :	Tgl :

Koneksi Input Output

Motor DC Vexta

- | | |
|------------------------------------|---------|
| 1. Brake (Run/Brake) | PORTD.6 |
| 2. Stop (Start/Stop) | PORTD.5 |
| 3. Internal encoder (Speed Sensor) | PORTD.3 |
| 4. VRM (PWM input) | PORTD.4 |
| 5. Direction (CW/CCW) | PORTD.2 |

LCD

- | | | | |
|-------|---------|-------|---------|
| 1. RS | PORTC.0 | 5. D5 | PORTC.5 |
| 2. RD | PORTC.1 | 6. D6 | PORTC.6 |
| 3. EN | PORTC.2 | 7. D7 | PORTC.7 |
| 4. D4 | PORTC.4 | | |

KEYPAD

- | | |
|-------|-----------------|
| 1. 1 | PORTA.0/PORTA.4 |
| 2. 2 | PORTA.1/PORTA.4 |
| 3. 3 | PORTA.2/PORTA.4 |
| 4. 4 | PORTA.0/PORTA.5 |
| 5. 5 | PORTA.1/PORTA.5 |
| 6. 6 | PORTA.2/PORTA.5 |
| 7. 7 | PORTA.0/PORTA.6 |
| 8. 8 | PORTA.1/PORTA.6 |
| 9. 9 | PORTA.2/PORTA.6 |
| 10. * | PORTA.0/PORTA.7 |
| 11. 0 | PORTA.1/PORTA.7 |
| 12. # | PORTA.2/PORTA.7 |
| 13. A | PORTA.3/PORTA.4 |
| 14. B | PORTA.3/PORTA.5 |
| 15. C | PORTA.3/PORTA.6 |
| 16. D | PORTA.3/PORTA.7 |

	FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA		
	JOBSHEET		
	Semester 6	Sistem Kendali Fuzzy Kecepatan Motor DC	
	No.	Revisi :	Tgl :

ROTARY ENCODER

- | | |
|-------------|---------|
| 1. Chanel A | PORTB.2 |
| 2. Chanel B | PORTB.1 |

Lampiran 1.9. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)

Mata Pelajaran : Pratik Robotika

Program Studi : Pendidikan Teknik Mekatronika

Semester : 6

Alokasi waktu : 2 x 50 Menit

Kompetensi Dasar : Kendali Kecepatan Motor DC

A. INDIKATOR

1. Membandingkan respon kecepatan menggunakan kendali dan tanpa menggunakan kendali.
2. Menerapkan kendali fuzzy untuk menghasilkan respon kendali kecepatan motor DC yang lebih baik.

B. TUJUAN PEMBELAJARAN

1. Peserta didik dapat mengidentifikasi prinsip kerja rotary encoder sebagai pembaca kecepatan pada rangkaian motor DC.
2. Peserta didik dapat mengidentifikasi algoritma pengendalian kecepatan pada rangkaian motor DC menggunakan logika fuzzy.
3. Peserta didik dapat menerapkan kembali penggunaan kendali fuzzy pada rangkaian motor DC untuk mendapatkan respon yang lebih baik.
4. Peserta didik dapat membandingkan respon kecepatan yang dihasilkan menggunakan kendali fuzzy dan tanpa menggunakan kendali.

C. MATERI AJAR

1. Cara kerja motor DC.
2. Algoritma program kendali fuzzy.

3. Pengendalian kecepatan motor DC menggunakan kendali fuzzy.

D. METODE PEMBELAJARAN

1. Ceramah
2. Demonstrasi

E. MEDIA PEMBELAJARAN

1. PC/Laptop.
2. Papan tulis
3. LCD
4. Proyektor
5. *Trainer* sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC.

F. KEGIATAN PEMBELAJARAN

1. Kegiatan Awal (3 menit)

- a) Salam pembuka.
- b) Membuka pembelajaran dengan berdoa.

2. Kegiatan Inti (95 menit)

- a) Menjelaskan materi mengenai cara kerja dari motor DC dan sensor *rotary encoder*.
- b) Mengenalkan algoritma logika fuzzy untuk digunakan sebagai sistem kendali.
- c) Mendemonstrasikan penggunaan trainer tanpa sistem kendali.
- d) Mendemonstrasikan penggunaan trainer dengan sistem kendali logika fuzzy.
- e) Meminta peserta didik untuk mencoba secara langsung trainer secara bergantian.

3. Kegiatan Akhir (2 menit)

- a) Menutup pembelajaran dengan berdoa.
- b) Salam penutup.

G. ALAT, BAHAN, DAN SUMBER BELAJAR

1. Alat

- a) Komputer.
- b) LCD Projektor.
- c) Papan Tulis, Boardmarker, Penghapus.

2. Bahan

- a) Jobsheet sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC.
- b) Kabel serial sebagai downloader.

3. Sumber Belajar

- a) *Jobsheet* sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC

Yogyakarta, Oktober 2017

Pendidik,

Ulfina Diniyanti

Lampiran 1.10. Lembar Observasi

Nama Instansi : Program Studi Pendidikan Teknik Mekatronika UNY

Mata Kuliah : Robotika

Kelas Observasi : Kelas Robotika tahun ajaran 2015/2016

No.	Aspek	Indikator	Deskripsi Hasil Pengamatan
1	Aspek Perangkat Pembelajaran	Silabus	Ada
		RPP	Tidak ada
2	Aspek Proses Pembelajaran	Penyajian materi	Pendidik menyajikan materi yang mejadi pokok bahasan saja
		Metode pembelajaran	Pendidik memberikan materi dengan menerangkan pokok bahasan kemudian memberikan tugas untuk dikerjakan secara berkelompok. Tugas yang diberikan tiap kelompok sama dan diberikan waktu 4-5 minggu pengerjaan.
		Alokasi waktu	Waktu pembelajaran kurang dari dua jam dilanjutkan dengan belajar mandiri untuk mengerjakan tugas.
		Penggunaan media	Pendidik menjelaskan materi dan tugas menggunakan LCD proyektor.
		Bentuk evaluasi	Tugas yang diberikan menjadi nilai utama pada penilaian mata kuliah.
3	Aspek Peserta Didik	Perilaku dalam kelas	Peserta didik pada awal pertemuan cukup antusias kemudian mulai menurun tingkat antusiasnya dengan pembelajaran yang diberikan monoton (masuk kelas hanya untuk mengerjakan tugas).
		kehadiran	Awal pertemuan hampir seluruh peserta didik hadir, namun pada pertemuan berikutnya beberapa tidak hadir karena tidak diwajibkan hadir (dapat mengerjakan tugas di luar kelas). Peserta didik biasanya datang pada pertemuan untuk melaporkan kemajuan tugas dan mengumpulkan tugas.

Lampiran 2

Uji Instrumen Penelitian

Lampiran 2.1. Uji Validitas Angket Media dan Materi Pembelajaran

Lampiran 2.2. Uji Reliabilitas Angket Media dan Materi Pembelajaran

Lampiran 2.1. Uji Validitas Angket Media dan Materi Pembelajaran

NO	NAMA	ASPEK PENILAIAN															
		KOMUNIKASI VISUAL				REKAYASA PERANGKAT							KEMANFAATAN				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Ardy C W	4	4	3	4	3	3	4	4	3	3	4	3	3	3	3	4
2	Yudik Y	4	3	3	4	4	3	3	4	3	3	4	4	4	3	4	4
3	Rudi D A	4	4	4	4	3	3	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3
4	Atika W	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	4	3	3
5	Okky W	3	3	3	3	2	2	4	4	3	3	4	3	3	4	4	4
6	Nurus S	3	2	3	3	3	4	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3
7	Dimas N P	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
8	Farah P M	4	4	3	3	3	4	3	4	4	3	3	3	3	4	4	4
rx		0.886	0.749	0.276	0.727	0.521	0.065	0.027	0.511	0.749	0.67	0.458	0.35	0.512	0.181	0.35	0.521
thitung		4.68	2.769	0.703	2.593	1.495	-0.16	0.066	1.456	2.769	2.211	1.262	0.915	1.46	0.451	0.915	0.469
ttabel (95%,6)		1.943															
Keterangan		valid	valid	valid	valid	valid	tidak	tidak	valid	valid	valid	valid	valid	valid	valid	valid	valid
Jumlah valid		21															

ASPEK PENILAIAN							Skor Total
KUALITAS MATERI							
17	18	19	20	21	22	23	
3	3	3	4	3	3	3	77
3	3	3	4	4	3	4	80
3	4	3	4	3	3	3	77
3	3	4	3	3	3	3	73
3	3	2	2	3	3	4	70
3	3	3	2	3	3	3	65
3	3	3	3	3	3	3	69
4	3	3	2	3	4	3	77
0.276	0.276	0.156	0.662	0.512	0.276	0.181	
0.331	0.331	0.163	0.626	0.58	0.331	0.257	
valid	valid	valid	valid	valid	valid	valid	

Lampiran 2.2. Uji Reliabilitas Angket Media dan Materi Pembelajaran

NO	NAMA	Skor Tiap Butir																							Jml Gjl (X)	Jml Gnp (Y)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		
1	Ardy C W	4	4	3	4	3	3	3	4	4	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3		
2	Yudik Y	4	3	3	4	4	3	3	4	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	3	4	4	3	4		
3	Rudi D A	4	4	4	4	3	3	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3		
4	Atika W	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	4	3	3	3	3		
5	Okky W	3	3	3	3	2	2	4	4	3	3	2	4	3	3	4	4	3	3	2	2	3	3	4		
6	Nurus S	3	2	3	3	3	4	3	3	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3		
7	Dimas N P	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
8	Farah P M	4	4	3	3	3	4	3	4	4	3	2	3	3	4	4	4	4	3	2	2	3	4	3		
Korelasi Produk Moment (Rb)		0.829																								
Realibilitas Internal (Ri)		0.907																								

Lampiran 3

Hasil dan Analisis Data Penelitian

Lampiran 3.1. Data Angket Ahli Media Pembelajaran

Lampiran 3.2. Analisis Kelayakan Angket Ahli Media Pembelajaran

Lampiran 3.3. Data Angket Ahli Materi Pembelajaran

Lampiran 3.4. Analisis Kelayakan Angket Ahli Materi Pembelajaran

Lampiran 3.5. Data Angket Uji Coba Kelas Kecil

Lampiran 3.6. Analisis Kelayakan Uji Coba Kelas Kecil

Lampiran 3.7. Data Angket Uji Coba Kelas Besar

Lampiran 3.8. Analisis Kelayakan Uji Coba Kelas Besar

Lampiran 3.1. Data Angket Ahli Media Pembelajaran

No Responden		Aspek Penilaian																								
		Kemanfaatan								Rekayasa Perangkat										Komunikasi Visual						
		1	2	3	4	5	6	7	8	Jml	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	Jml
1	Ahli Media1	3	4	3	3	2	3	3	3	24	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4	3	14
2	Ahli Media2	3	3	3	3	3	3	4	3	25	3	4	3	3	4	4	4	3	4	3	35	3	4	3	3	13
Jml Butir		8								10										5						
Nilai Maks Ideal		32								40										20						
Nilai Min Ideal		8								10										5						
Mean Ideal		20								25										12.5						
Std. Dev. Ideal		4								5										2.5						
Kategori		Interval								Interval										Interval						
Tidak Layak		$8 \leq x \leq 14$								$10 \leq x \leq 17.5$										$5 \leq x \leq 8.75$						
Cukup Layak		$14 < x \leq 20$								$17.5 < x \leq 25$										$8.75 < x \leq 12.5$						
Layak		$20 < x \leq 26$								$25 < x \leq 32.5$										$12.5 < x \leq 16.25$						
Sangat Layak		$26 < x \leq 32$								$32.5 < x \leq 40$										$16.25 < x \leq 20$						

Lampiran 3.2. Analisis Kelayakan Angket Ahli Media Pembelajaran

Deskripsi Statistik

No	Aspek	N	Min	Max	Sum	Mean	SD
1	Kemanfaatan	2	24	25	49	24.5	76.56
2	Rekayasa Perangkat Media	2	30	35	65	32.5	81.25
3	Komunikasi Visual	2	13	14	27	13.5	67.5
Total					141	70.5	76.63

Aspek Kemanfaatan

KEMANFAATAN	JUMLAH	%
SANGAT LAYAK	0	0
LAYAK	2	100
CUKUP LAYAK	0	0
TIDAK LAYAK	0	0
TOTAL	2	100

Aspek Rekayasa Perangkat

REKAYASA PERANGKAT	JUMLAH	%
SANGAT LAYAK	1	50
LAYAK	1	50
CUKUP LAYAK	0	0
TIDAK LAYAK	0	0
TOTAL	2	100

Lampiran 3.2. Analisis Kelayakan Angket Ahli Media Pembelajaran

Aspek Komunikasi Visual

KOMUNIKASI VISUAL	JUMLAH	%
SANGAT LAYAK	0	0
LAYAK	2	100
CUKUP LAYAK	0	0
TIDAK LAYAK	0	0
TOTAL	2	100

Keseluruhan Aspek

KESELURUHAN	JUMLAH	%
SANGAT LAYAK	0	0
LAYAK	2	100
CUKUP LAYAK	0	0
TIDAK LAYAK	0	0
TOTAL	2	100

Lampiran 3.3. Data Angket Ahli Materi Pembelajaran

No Responden		Aspek Penilaian																			
		Kualitas Materi														Kemanfaatan					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Jml	16	17	18	19
1	Ahli Materi1	4	4	3	3	3	3	4	3	4	3	3	3	4	3	50	4	3	4	4	15
2	Ahli Materi2	3	4	3	3	3	4	3	4	4	3	3	3	4	4	51	4	3	3	4	14
Jml Butir		15														4					
Nilai Maks Ideal		60														16					
Nilai Min Ideal		15														4					
Mean Ideal		37.5														10					
Std. Dev. Ideal		7.5														2					
Kategori		Interval														Interval					
Tidak Layak		15 ≤ x ≤ 26.25														4 ≤ x ≤ 7					
Cukup Layak		26.25 < x ≤ 37.5														7 < x ≤ 10					
Layak		37.5 < x ≤ 48.75														10 < x ≤ 13					
Sangat Layak		48.75 < x ≤ 60														13 < x ≤ 16					

Lampiran 3.4. Analisis Kelayakan Angket Ahli Materi Pembelajaran

Deskripsi Statistik

No	Aspek	N	Min	Max	Sum	Mean	SD
1	Kualitas Materi	2	50	51	101	50.5	84.17
2	Kemanfaatan	2	14	15	29	14.5	90.63
Total					130	65	85.53

Lampiran 3.4. Analisis Kelayakan Angket Ahli Materi Pembelajaran

Aspek Kualitas Materi

KUALITAS MATERI	JUMLAH	%
SANGAT LAYAK	2	100
LAYAK	0	0
CUKUP LAYAK	0	0
TIDAK LAYAK	0	0
TOTAL	2	100

Aspek Kemanfaatan

KEMANFAATAN	JUMLAH	%
SANGAT LAYAK	2	100
LAYAK	0	0
CUKUP LAYAK	0	0
TIDAK LAYAK	0	0
TOTAL	2	100

Keseluruhan Aspek

KESELURUHAN	JUMLAH	%
SANGAT LAYAK	2	100
LAYAK	0	0
CUKUP LAYAK	0	0
TIDAK LAYAK	0	0
TOTAL	2	100

Lampiran 3.5. Data Angket Uji Coba Kelas Kecil

No	Responden	ASPEK PENILAIAN																										
		Komunikasi Visual				Pengoperasian Media							Kualitas Materi							Kemanfaatan								
		1	2	3	4	Jml	5	6	7	8	9	10	11	Jml	12	13	14	15	16	17	18	Jml	19	20	21	22	23	Jml
1	Ardy C W	4	4	3	4	15	3	3	3	4	4	3	3	23	3	3	3	4	3	3	3	22	4	3	3	3	4	17
2	Yudik Y	4	3	3	4	14	4	3	3	4	3	3	3	23	3	3	3	4	4	3	4	24	4	4	3	4	4	19
3	Rudi D A	4	4	4	4	16	3	3	4	3	4	3	3	23	3	4	3	4	3	3	3	23	3	3	3	3	3	15
4	Atika W	3	3	3	3	12	3	3	4	4	3	3	3	23	3	3	4	3	3	3	3	22	3	3	4	3	3	16
5	Okky W	3	3	3	3	12	2	2	4	4	3	3	2	20	3	3	2	2	3	3	4	20	4	3	3	4	4	18
6	Nurus S	3	2	3	3	11	3	4	3	3	2	2	2	19	3	3	3	2	3	3	3	20	3	3	3	3	3	15
7	Dimas N P	3	3	3	3	12	3	3	3	3	3	3	3	21	3	3	3	3	3	3	3	21	3	3	3	3	3	15
8	Farah P M	4	4	3	3	14	3	4	3	4	4	3	2	23	4	3	3	2	3	4	3	22	3	3	4	4	4	18
Jml Butir		4				7							7							5								
Nilai Maks Ideal		16				28							28							20								
Nilai Min Ideal		4				7							7							5								
Mean Ideal		10				17.5							17.5							12.5								
Std. Dev. Ideal		2				3.5							3.5							2.5								
Kategori		Interval				Interval							Interval							Interval								
Tidak Layak		4 ≤ x ≤ 7				7 ≤ x ≤ 12.25							7 ≤ x ≤ 12.25							5 ≤ x ≤ 8.75								
Cukup Layak		7 < x ≤ 10				12.25 < x ≤ 17.5							12.25 < x ≤ 17.5							8.75 < x ≤ 12.5								
Layak		10 < x ≤ 13				17.5 < x ≤ 22.75							17.5 < x ≤ 22.75							12.5 < x ≤ 16.25								
Sangat Layak		13 < x ≤ 16				22.75 < x ≤ 28							22.75 < x ≤ 28							16.25 < x ≤ 20								

Lampiran 3.6. Analisis Kelayakan Uji Coba Kelas Kecil

Deskripsi Statistik

No	Aspek	N	Min	Max	Sum	Mean	SD
1	Komunikasi Visual	8	11	15	106	13.25	82.8
2	Pengoperasian Media	8	19	23	175	21.9	78.1
3	Kualitas Materi	8	20	24	174	21.8	77.7
4	Kemanfaatan	8	15	19	133	16.6	83.1
Total					588	73.5	79.89

Aspek Komunikasi Visual

KOMUNIKASI VISUAL	JUMLAH	%
SANGAT LAYAK	4	20
LAYAK	4	20
CUKUP LAYAK	0	0
TIDAK LAYAK	0	0
TOTAL	8	100

Aspek Pengoperasian Media

PENGOPERASIAN MEDIA	JUMLAH	%
SANGAT LAYAK	5	25
LAYAK	3	15
CUKUP LAYAK	0	0
TIDAK LAYAK	0	0
TOTAL	8	100

Lampiran 3.6. Analisis Kelayakan Uji Coba Kelas Kecil

Aspek Kualitas Materi

KUALITAS MATERI	JUMLAH	%
SANGAT LAYAK	2	10
LAYAK	6	30
CUKUP LAYAK	0	0
TIDAK LAYAK	0	0
TOTAL	8	100

Aspek Kemanfaatan

KEMANFAATAN	JUMLAH	%
SANGAT LAYAK	0	0
LAYAK	3	15
CUKUP LAYAK	5	25
TIDAK LAYAK	0	0
TOTAL	8	100

Keseluruhan Aspek

KESELURUHAN	JUMLAH	%
SANGAT LAYAK	4	50
LAYAK	4	50
CUKUP LAYAK	0	0
TIDAK LAYAK	0	0
TOTAL	8	100

Lampiran 3.7. Data Angket Uji Coba Kelas Besar

No	Responden	ASPEK PENILAIAN																										
		Komunikasi Visual					Pengoperasian Media								Kualitas Materi							Kemanfaatan						
		1	2	3	4	Jml	5	6	7	8	9	10	11	Jml	12	13	14	15	16	17	18	Jml	19	20	21	22	23	Jml
1	Rafid Zuhdi N	3	3	3	3	12	3	3	3	3	3	2	20	3	3	3	2	3	3	3	3	20	3	3	3	3	3	15
2	Ali Sidik	3	3	3	3	12	3	3	3	3	3	3	21	3	3	3	3	2	2	3	19	3	3	2	2	3	13	
3	Oriwarda Rio G	3	3	4	4	14	3	3	3	3	3	3	21	3	3	3	3	3	3	3	21	4	3	3	3	3	16	
4	Dharu Sudarsono	3	3	3	3	12	3	3	3	3	3	3	21	3	3	3	3	3	3	3	21	3	3	3	3	3	15	
5	Febri Rizki C	3	3	3	3	12	2	3	3	3	3	2	19	3	3	3	3	3	3	3	21	3	3	1	2	3	12	
6	IMade Yana P	3	4	2	3	12	3	3	3	3	4	3	21	4	3	3	3	3	3	3	22	4	3	1	3	4	15	
7	Anggela M	3	3	3	3	12	3	3	3	3	2	2	19	3	3	3	2	3	3	3	20	3	3	3	3	3	15	
8	Mohammad PO	3	4	4	3	14	3	3	4	3	3	4	23	4	4	4	3	3	4	4	26	4	3	4	4	3	18	
9	Putri Rahmawati	3	3	3	3	12	3	4	4	4	4	3	26	3	3	3	3	3	3	3	22	4	4	4	4	4	20	
10	Ma'ruf Wahyu P	3	3	3	3	12	3	3	3	3	3	3	21	3	3	3	3	3	3	3	21	3	3	3	3	3	15	
11	Ahmad Rasyid	3	3	3	3	12	3	3	3	3	3	2	20	3	3	3	3	3	2	3	20	3	3	3	3	3	15	
12	Donyansyah DON	3	3	3	4	13	3	3	3	3	4	3	23	3	3	3	3	3	3	3	21	3	33	3	4	4	47	

13	Rochim Indra S	3	4	3	3	13	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	21	3	3	2	3	3	14
14	Adimas Dewangga	3	3	3	3	12	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	20	3	3	3	3	3	3	15
15	Inggi Putriana	3	3	3	3	12	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	19	3	3	3	3	3	3	15
16	Muhammad Lutfi A	3	3	3	4	13	3	3	3	3	4	2	21	3	3	3	3	4	21	3	3	3	3	3	4	16
17	Haristya Miftah M	3	3	3	3	12	3	3	3	3	3	2	20	3	3	2	3	3	19	3	3	3	2	3	3	14
Jml Butir		4				7							7							5						
Nilai Maks Ideal		16				28							28							20						
Nilai Min Ideal		4				7							7							5						
Mean Ideal		10				17.5							17.5							12.5						
Std. Dev. Ideal		2				3.5							3.5							2.5						
Kategori		Interval				Interval							Interval							Interval						
Tidak Layak		$4 \leq x \leq 7$				$7 \leq x \leq 12.25$							$7 \leq x \leq 12.25$							$5 \leq x \leq 8.75$						
Cukup Layak		$7 < x \leq 10$				$12.25 < x \leq 17.5$							$12.25 < x \leq 17.5$							$8.75 < x \leq 12.5$						
Layak		$10 < x \leq 13$				$17.5 < x \leq 22.75$							$17.5 < x \leq 22.75$							$12.5 < x \leq 16.25$						
Sangat Layak		$13 < x \leq 16$				$22.75 < x \leq 28$							$22.75 < x \leq 28$							$16.25 < x \leq 20$						

Lampiran 3.8. Analisis Kelayakan Uji Coba Kelas Besar

Deskripsi Statistik

No	Aspek	N	Min	Max	Sum	Mean	SD
1	Komunikasi Visual	17	12	14	211	13.25	77.57
2	Pengoperasian Media	17	19	23	357	21	75
3	Kualitas Materi	17	19	26	354	20.82	74.37
4	Kemanfaatan	17	12	20	290	17.06	85.29
Total					1212	71.29	99.49

Aspek Komunikasi Visual

KOMUNIKASI VISUAL	JUMLAH	%
SANGAT LAYAK	2	11.76
LAYAK	15	88.24
CUKUP LAYAK	0	0
TIDAK LAYAK	0	0
TOTAL	17	100

Aspek Pengoperasian Media

PENGOPERASIAN MEDIA	JUMLAH	%
SANGAT LAYAK	3	17.65
LAYAK	14	82.35
CUKUP LAYAK	0	0
TIDAK LAYAK	0	0
TOTAL	17	100

Lampiran 3.8. Analisis Kelayakan Uji Coba Kelas Besar

Aspek Kualitas Materi

KUALITAS MATERI	JUMLAH	%
SANGAT LAYAK	1	5.88
LAYAK	16	94.12
CUKUP LAYAK	0	0
TIDAK LAYAK	0	0
TOTAL	17	100

Aspek Kemanfaatan

KEMANFAATAN	JUMLAH	%
SANGAT LAYAK	1	5.88
LAYAK	2	11.76
CUKUP LAYAK	13	76.47
TIDAK LAYAK	1	5.88
TOTAL	17	100

Keseluruhan Aspek

KESELURUHAN	JUMLAH	%
SANGAT LAYAK	3	17.65
LAYAK	14	82.35
CUKUP LAYAK	0	0
TIDAK LAYAK	0	0
TOTAL	17	100

Lampiran 4

Rancangan Produk

Lampiran 4.1. Desain Box

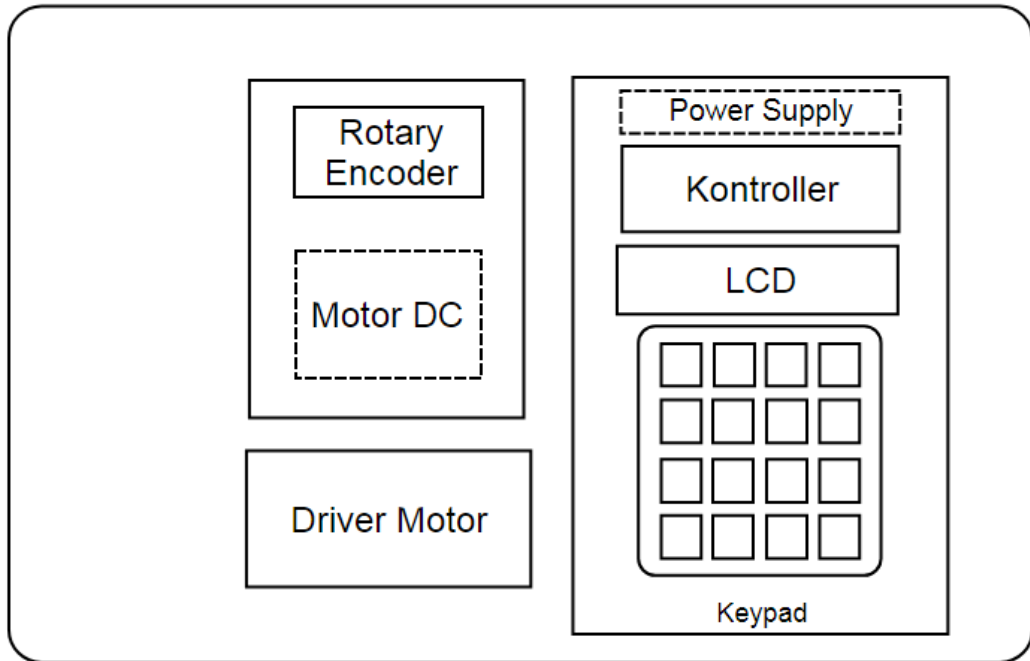
Lampiran 4.2 Rangkaian Elektronika *Trainer*

Lampiran 4.3. Hasil Akhir Produk

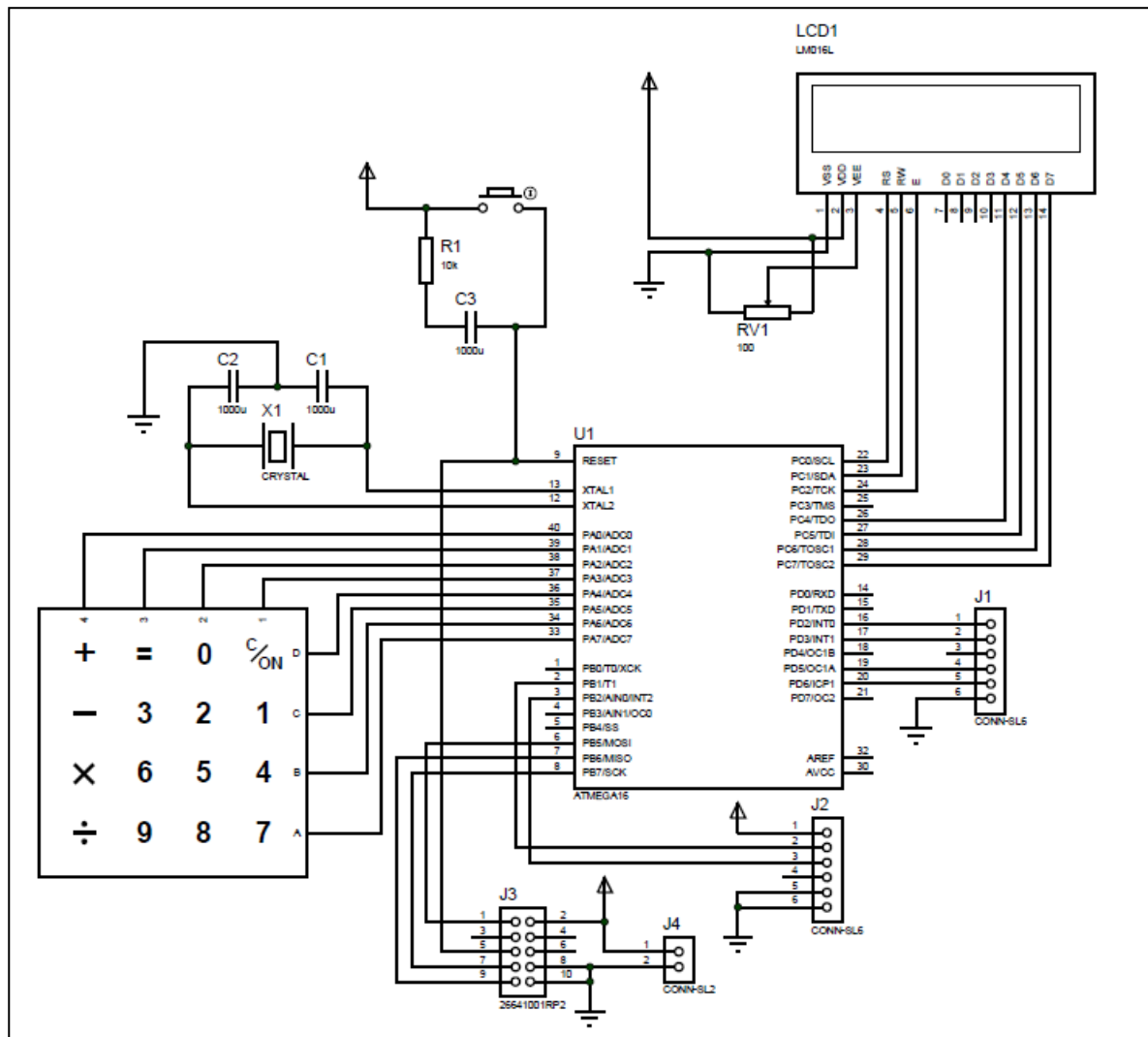
Lampiran 4.4. Kode Program P1 Tanpa Sistem Kendali

Lampiran 4.5. Kode Program P2 dengan Algoritma Fuzzy

Lampiran 4.1. Desain Box



Lampiran 4.2. Rangkaian Elektronika



The image consists of two photographs of a Vexta motor speed control project. The left photograph shows the motor assembly, which includes a black Vexta motor mounted on a metal base. A label 'Motor Vexta' is placed below the motor. To the left of the motor, there is a text box with the following content:

DESKRIPSI :
 Trainer ini digunakan untuk sebagai percobaan untuk menstabilkan kecepatan motor dengan satuan rpm menggunakan sistem kendali fuzzy.

PETUNJUK :

1. Hidupkan trainer dengan menekan tombol power pada sisi sebelah atas.
2. Masukkan nilai kecepatan yang diinginkan dengan menekan tombol "A".
3. Apabila kecepatan akan dikoreksi tekan tombol "DEL" untuk menghapus nilai masukan.
4. Tekan tombol "START" untuk memulai percobaan.
5. Tekan tombol power untuk mematikan.

The right photograph shows the control circuit board. It features a digital display showing 'Speed: 150_ ref:000 act:000'. Below the display is a keypad with buttons labeled 1 through 9, 0, *, #, A, B, C, D, and DEL. A label 'INPUT' is placed next to the keypad. Above the display, there is a label 'RESET' and a label 'PORT DOWNLOADER'. The board also has various electronic components, including a microcontroller, resistors, and capacitors.

Lampiran 4.4. Kode Program P1 Tanpa Sistem Kendali

```

/*****
*****
This program was produced by the
CodeWizardAVR V2.05.3 Standard
Automatic Program Generator
© Copyright 1998-2011 Pavel Haiduc,
HP InfoTech s.r.l.
http://www.hpinfotech.com

Project :
Version :
Date   : 22/06/2015
Author : Ulfina Diniyanti
Company :
Comments:

Chip type      : ATmega16
Program type   : Application
AVR Core Clock frequency: 11,059200
MHz
Memory model    : Small
External RAM size : 0
Data Stack size : 256
*****/

#include <mega16.h>
#include <delay.h>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

// Alphanumeric LCD functions
#include <alcd.h>

#define speed_vexta OCR1B

unsigned int rot,kec,count;

char buff[15];
char data;

float speed_ref,speed_act;
const char KEYPABLE[4][4] =
{{'1','2','3','A'},{'4','5','6','B'},{'7','8','9','C'},{'
*','0','#','D'}};

unsigned char keyb()
{
    char kolom, baris, output;
    output = 0;
    for(kolom=0;kolom<4;kolom++)
    {
        PORTA = ~(0b00001000>>kolom);
        for(baris=0;baris<4;baris++)
        {
            if(((PINA >>(7-baris))&0x01)==0)
            {
                output= KEYTABLE[baris][kolom];
                return output;
            }
        }
    }
    return 0Xff;
}

// Declare your global variables here

void lcd(unsigned char x,unsigned char
y,int data)
{
    int a,b,c,d;

    a = data/1000;
    data = data%1000;
    b = data/100;
    data = data%100;
    c = data/10;
    d = data%10;

    lcd_gotoxy(x,y);
    //lcd_putchar(a+0x30);
    lcd_putchar(b+0x30);
    lcd_putchar(c+0x30);
    lcd_putchar(d+0x30);
}

char nilai[15];
long int nilai_angka;

unsigned char m;

void hapus(void)
{
    for(m=0;m<15;m++)
    {
        nilai[m] = "";
    }
}

int pl;
// Timer 0 overflow interrupt service
routine
interrupt [TIM0_OVF] void
timer0_ovf_isr(void)

```

```

{
    TCNT0=0x00;
    // Place your code here
    data=keyb();
    pl++;
}

void edit(char var)
{
    unsigned char j,k;
    in:
    hapus();
    lcd_gotoxy(var-2,0);
    lcd_putsf(" ");
    lcd_putsf("_");
    for(j=0;j<3;j++)
    {
        while(data!=0xFF){}
        while(data==0xFF){}
        if(data!=0xFF){nilai[j] = data;}
        if(data=='#') goto out;
        if(data=='*')
        {
            goto in;
        }

        for(k=0;k<4;k++)
        {
            sprintf(buff, "%c", nilai[j-k]);
            lcd_gotoxy(var-k,0);
            if((j-k)>=0) lcd_puts(buff);
        }
        while(data!=0xFF){}
    }
    while(data!= '#')
    {
        if(data=='*')
        {
            lcd_gotoxy(13,0);
            lcd_putsf(" ");
            goto in;
        }
    }
    out:
    lcd_gotoxy(var+1,0);
    lcd_putsf(" ");
}

void awal(void)
{
    lcd_gotoxy(0,0);
    lcd_putsf("input: ");
}

void konversi(char konv)
{
    if(konv=='s') nilai_angka = atol(nilai);
}

// External Interrupt 2 service routine
interrupt [EXT_INT2] void
ext_int2_isr(void)
{
    // Place your code here
    rot++;
}

int spd;
int cnt;
// Timer2 overflow interrupt service
routine

interrupt [TIM2_OVF] void
timer2_ovf_isr(void)
{
    // Reinitialize Timer2 value
    TCNT2=0x94;
    // Place your code here
    count++;
    if (count == 10) {kec = rot*6/4; rot = 0;
    count = 0;}
    //tampil_kecepatan();
    cnt++;
    if (cnt==1)
    {
        speed_act=kec;
        speed_ref=nilai_angka;
        spd=nilai_angka;
        if(spd<0)spd=0;
        if(spd>1000) spd = 1000;
        speed_vexta=spd;
        cnt=0;
    }
}

void tampil_kecepatan(void)
{
    lcd_gotoxy(0,1);
    lcd_putsf("ref:");
    lcd_gotoxy(9,1);
    lcd_putsf("act:");
    lcd(4,1,nilai_angka);
    lcd(13,1,kec);
}

void set(void)

```

```

{
    while(data==0xFF)
    {
        tampil_kecepatan();
    }
    if(data=='A')
    {
        lcd_gotoxy(0,0);
        lcd_putsf("PWM :");
        edit(8);
        konversi('s');
    }
}

void main(void)
{
    // Declare your local variables here

    // Input/Output Ports initialization
    // Port A initialization
    // Func7=In Func6=In Func5=In
    Func4=In Func3=Out Func2=Out
    Func1=Out Func0=Out
    // State7=P State6=P State5=P
    State4=P State3=1 State2=1 State1=1
    State0=1
    PORTA=0xFF;
    DDRA=0x0F;

    // Port B initialization
    // Func7=In Func6=In Func5=In
    Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In
    Func0=In
    // State7=T State6=T State5=T State4=T
    State3=T State2=P State1=P State0=T
    PORTB=0x06;
    DDRB=0x00;

    // Port C initialization
    // Func7=In Func6=In Func5=In
    Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In
    Func0=In
    // State7=T State6=T State5=T State4=T
    State3=T State2=T State1=T State0=T
    PORTC=0x00;
    DDRC=0x00;

    // Port D initialization
    // Func7=In Func6=In Func5=In
    Func4=Out Func3=In Func2=In
    Func1=In Func0=In
    // State7=T State6=T State5=T State4=0
    State3=T State2=T State1=T State0=T
    PORTD=0x00;

    DDRD=0x74; //00010000 -- 01110100

    // Timer/Counter 0 initialization
    // Clock source: System Clock
    // Clock value: 43,200 kHz
    // Mode: Normal top=0xFF
    // OC0 output: Disconnected
    TCCR0=0x05;
    TCNT0=0xFF;
    OCR0=0x00;

    // Timer/Counter 1 initialization
    // Clock source: System Clock
    // Clock value: 11059,200 kHz
    // Mode: Fast PWM top=0x01FF
    // OC1A output: Discon.
    // OC1B output: Non-Inv.
    // Noise Canceler: Off
    // Input Capture on Falling Edge
    // Timer1 Overflow Interrupt: Off
    // Input Capture Interrupt: Off
    // Compare A Match Interrupt: Off
    // Compare B Match Interrupt: Off

    TCCR1A=0x23;
    TCCR1B=0x09;
    TCNT1H=0x00;
    TCNT1L=0x00;
    ICR1H=0x00;
    ICR1L=0x00;
    OCR1AH=0x00;
    OCR1AL=0x00;
    OCR1BH=0x00;
    OCR1BL=0x00;

    // Timer/Counter 2 initialization
    // Clock source: System Clock
    // Clock value: 86,400 kHz
    // Mode: Normal top=0xFF
    // OC2 output: Disconnected
    ASSR=0x00;
    TCCR2=0x07;
    TCNT2=0x94;
    OCR2=0x00;

    // External Interrupt(s) initialization
    // INT0: Off
    // INT1: Off
    // INT2: On
    // INT2 Mode: Falling Edge
    GICR|=0x20;
    MCUCR=0x00;
    MCUCSR=0x00;
    GIFR=0x20;

```



```

// Timer(s)/Counter(s) Interrupt(s)
initialization
TIMSK=0x41;

// USART initialization
// USART disabled
UCSRB=0x00;

// Analog Comparator initialization
// Analog Comparator: Off
// Analog Comparator Input Capture by
Timer/Counter 1: Off
ACSR=0x80;
SFIOR=0x00;

// ADC initialization
// ADC disabled
ADCSRA=0x00;

// SPI initialization
// SPI disabled
SPCR=0x00;

// TWI initialization
// TWI disabled
TWCR=0x00;

// Alphanumeric LCD initialization
// Connections are specified in the
// Project|Configure|C
Compiler|Libraries|Alphanumeric LCD
menu:
// RS - PORTC Bit 0
// RD - PORTC Bit 1
// EN - PORTC Bit 2
// D4 - PORTC Bit 4
// D5 - PORTC Bit 5
// D6 - PORTC Bit 6
// D7 - PORTC Bit 7
// Characters/line: 16
lcd_init(16);

// Global enable interrupts
#asm("sei")

PORTD.2=0;
PORTD.5=0;
PORTD.6=0;
speed_vexta=0;
while (1)
{
    // Place your code here

    set();
}}

```

Lampiran 4.5. Kode Program P2 Sistem Kendali dengan Algoritma Fuzzy

```

/*****
*****

```

This program was produced by the
CodeWizardAVR V2.05.3 Standard
Automatic Program Generator
© Copyright 1998-2011 Pavel Haiduc,
HP InfoTech s.r.l.
<http://www.hpinfotech.com>

Project :
Version :
Date :
Author : Ulfina Diniyanti
Company :
Comments:

Chip type : ATmega16
Program type : Application
AVR Core Clock frequency: 11,059200
MHz
Memory model : Small
External RAM size : 0
Data Stack size : 256
*****/

```

#include <mega16.h>
#include <delay.h>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <math.h>

```

```

// Alphanumeric LCD functions
#include <alcd.h>

```

```

#define speed_vexta OCR1B

```

```

unsigned int rot,kec,count;

```

```

char buff[15];
char data;

```

```

const char KEYTABLE[4][4] =
{{'1','2','3','A'},{'4','5','6','B'},{'7','8','9','C'},{'*','0','#','D'}};

```

```

unsigned char keyb()
{
    char kolom, baris, output;
    output = 0;
    for(kolom=0;kolom<4;kolom++)
    {

```

```

        PORTA = ~(0b00001000>>kolom);
        for(baris=0;baris<4;baris++)
        {
            if(((PINA >>(7-baris))&0x01)==0)
            {
                output= KEYTABLE[baris][kolom];
                return output;
            }
        }
    }
    return 0Xff;
}

```

```

// Declare your global variables here

```

```

void lcd(unsigned char x,unsigned char
y,int data)
{
    int a,b,c,d;

    a = data/1000;
    data = data%1000;
    b = data/100;
    data = data%100;
    c = data/10;
    d = data%10;

```

```

    lcd_gotoxy(x,y);
    //lcd_putchar(a+0x30);
    lcd_putchar(b+0x30);
    lcd_putchar(c+0x30);
    lcd_putchar(d+0x30);
}

```

```

char nilai[15];
long int nilai_angka;

```

```

unsigned char m;

```

```

void hapus(void)
{
    for(m=0;m<15;m++)
    {
        nilai[m] = "";
    }
}

```

```

int pl;
// Timer 0 overflow interrupt service
routine
interrupt [TIM0_OVF] void
timer0_ovf_isr(void)
{
    TCNT0=0x00;

```

```

// Place your code here
data=keyb();
pl++;
}

void edit(char var)
{
    unsigned char j,k;
    in:
    hapus();
    lcd_gotoxy(var-2,0);
    lcd_putsf(" ");
    lcd_putsf("_");
    for(j=0;j<3;j++)
    {
        while(data!=0xFF){}
        while(data==0xFF){}
        if(data!=0xFF){nilai[j] = data;}
        if(data=='#') goto out;
        if(data=='*')
        {
            goto in;
        }

        for(k=0;k<3;k++)
        {
            sprintf(buff, "%c", nilai[j-k]);
            lcd_gotoxy(var-k,0);
            if((j-k)>=0) lcd_puts(buff);
        }
        while(data!=0xFF){}
    }
    while(data!= '#')
    {
        if(data=='*')
        {
            lcd_gotoxy(13,0);
            lcd_putsf(" ");
            goto in;
        }
    }
    out:
    lcd_gotoxy(var+1,0);
    lcd_putsf(" ");
}

void konversi(char konv)
{
    if(konv=='s') nilai_angka = atol(nilai);
}

// External Interrupt 2 service routine

```

```

interrupt [EXT_INT2] void
ext_int2_isr(void)
{
    // Place your code here
    rot++;
}

int speed_ref,speed_act;
int spd;
int cnt;
// Timer2 overflow interrupt service
routine

float error[7];
float d_error[7];
int e,de,last_e;

void fuzifikasi_error(float input)
{
    error[0]=0; error[1]=0; error[2]=0;
    error[3]=0; error[4]=0; error[5]=0;
    error[6]=0;

    if(input<=-30) error[0] = 1;
    else if(input<=-20)
    {
        error[0] = (-20-input)/10;
        error[1] = (input+30)/10;
    }
    else if(input<=-10)
    {
        error[1] = (-10-input)/10;
        error[2] = (input+20)/10;
    }
    else if(input<=0)
    {
        error[2] = (0-input)/10;
        error[3] = (input+10)/10;
    }
    else if(input<=10)
    {
        error[3] = (10-input)/10;
        error[4] = input/10;
    }
    else if(input<=20)
    {
        error[4] = (20-input)/10;
        error[5] = (input-10)/10;
    }
    else if(input<=30)
    {
        error[5] = (30-input)/10;
        error[6] = (input-20)/10;
    }
    else error[6] = 1;
}

```

```

}

void fuzifikasi_d_error(float input)
{
    d_error[0]=0; d_error[1]=0;
    d_error[2]=0; d_error[3]=0; d_error[4]=0;
    d_error[5]=0; d_error[6]=0;

    if(input<=-3) d_error[0] = 1;
    else if(input<=-2) d_error[1] = 1;
    else if(input<=-1) d_error[2] = 1;
    else if(input<=0) d_error[3] = 1;
    else if(input<=1) d_error[4] = 1;
    else if(input<=2) d_error[5] = 1;
    else d_error[6] = 1;
}

int rule[7][7] = {{0,0,0,0,1,2,3},
                  {0,0,0,1,2,3,4},
                  {0,0,1,2,3,4,5},
                  {0,1,2,3,4,5,6},
                  {1,2,3,4,5,6,6},
                  {2,3,4,5,6,6,6},
                  {3,4,5,6,6,6,6}};

float u[7];
void inferensi(void)
{
    char i,j,k;
    u[0]=0; u[1]=0; u[2]=0; u[3]=0; u[4]=0;
    u[5]=0; u[6]=0;
    for(i=0; i<7; i++)
    {
        for(j=0; j<7; j++)
        {
            k = rule[i][j];
            u[k] =
            fmax(u[k],fmin(error[i],d_error[j]));
        }
    }
}

float uk;
float num, den;
void defuzifikasi(void)
{
    float z[7]={-15,-10,-5,0,5,10,15};
    num =
    (z[0]*u[0]+z[1]*u[2]+z[2]*u[2]+z[3]*u[3]+z
    [4]*u[4]+z[5]*u[5]+z[6]*u[6]);
    den =
    u[0]+u[1]+u[2]+u[3]+u[4]+u[5]+u[6];
    if(den!=0) uk = num/den;

    else uk = 0;
}

void speed_control(void)
{
    de = e-last_e;
    fuzifikasi_error(e);
    fuzifikasi_d_error(de);
    last_e = e;
    inferensi();
    defuzifikasi();
    spd = speed_vexta + (uk);
    if(spd<0) spd = 0;
    if(spd>1000) spd = 1000;
    speed_vexta = spd;
}

interrupt [TIM2_OVF] void
timer2_ovf_isr(void)
{
    // Reinitialize Timer2 value
    TCNT2=0x94;
    // Place your code here
    count++;
    if (count == 10) {kec = rot*6/4; rot = 0;
    count = 0;}
    //tampil_kecepatan();
    cnt++;
    if (cnt==5)
    {
        speed_act=kec;
        speed_ref=nilai_angka;
        e = speed_ref-speed_act;
        //if(e>30) e = 30;
        //if(e<-30) e = -30;
        speed_control();
        cnt=0;
    }
}

void tampil_kecepatan(void)
{
    lcd_gotoxy(0,1);
    lcd_putsf("ref:");
    lcd_gotoxy(9,1);
    lcd_putsf("act:");
    lcd(4,1,nilai_angka);
    lcd(13,1,kec);
}

void set(void)
{
    while(data==0xFF)
    {
        //speed_control();
    }
}

```

```

/* lcd_clear();
  sprintf(buff, "%.2f", uk);
  lcd_gotoxy(10,0);
  lcd_puts(buff);
  sprintf(buff, "%.2f", num);
  lcd_gotoxy(0,0);
  lcd_puts(buff);
  sprintf(buff, "%.2f", den);
  lcd_gotoxy(5,0);
  lcd_puts(buff);
  */
  tampil_kecepatan();
  delay_ms(5000);
}
if(data=='A')
{
  lcd_gotoxy(0,0);
  lcd_putsf("Speed:");
  edit(8);
  konversi('s');
}
}

void main(void)
{
  // Declare your local variables here

  // Input/Output Ports initialization
  // Port A initialization
  // Func7=In Func6=In Func5=In
  Func4=In Func3=Out Func2=Out
  Func1=Out Func0=Out
  // State7=P State6=P State5=P
  State4=P State3=1 State2=1 State1=1
  State0=1
  PORTA=0xFF;
  DDRA=0x0F;

  // Port B initialization
  // Func7=In Func6=In Func5=In
  Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In
  Func0=In
  // State7=T State6=T State5=T State4=T
  State3=T State2=P State1=P State0=T
  PORTB=0x06;
  DDRB=0x00;

  // Port C initialization
  // Func7=In Func6=In Func5=In
  Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In
  Func0=In
  // State7=T State6=T State5=T State4=T
  State3=T State2=T State1=T State0=T

  PORTC=0x00;
  DDRC=0x00;

  // Port D initialization
  // Func7=In Func6=In Func5=In
  Func4=Out Func3=In Func2=In
  Func1=In Func0=In
  // State7=T State6=T State5=T State4=0
  State3=T State2=T State1=T State0=T
  PORTD=0x00;
  DDRD=0x74; //00010000 -- 01110100

  // Timer/Counter 0 initialization
  // Clock source: System Clock
  // Clock value: 43,200 kHz
  // Mode: Normal top=0xFF
  // OC0 output: Disconnected
  TCCR0=0x05;
  TCNT0=0xFF;
  OCR0=0x00;

  // Timer/Counter 1 initialization
  // Clock source: System Clock
  // Clock value: 11059,200 kHz
  // Mode: Fast PWM top=0x01FF
  // OC1A output: Discon.
  // OC1B output: Non-Inv.
  // Noise Canceler: Off
  // Input Capture on Falling Edge
  // Timer1 Overflow Interrupt: Off
  // Input Capture Interrupt: Off
  // Compare A Match Interrupt: Off
  // Compare B Match Interrupt: Off

  TCCR1A=0x23;
  TCCR1B=0x09;
  TCNT1H=0x00;
  TCNT1L=0x00;
  ICR1H=0x00;
  ICR1L=0x00;
  OCR1AH=0x00;
  OCR1AL=0x00;
  OCR1BH=0x00;
  OCR1BL=0x00;

  // Timer/Counter 2 initialization
  // Clock source: System Clock
  // Clock value: 86,400 kHz
  // Mode: Normal top=0xFF
  // OC2 output: Disconnected
  ASSR=0x00;
  TCCR2=0x07;
  TCNT2=0x94;
  OCR2=0x00;

```

```

// External Interrupt(s) initialization
// INT0: Off
// INT1: Off
// INT2: On
// INT2 Mode: Falling Edge
GICR|=0x20;
MCUCR=0x00;
MCUCSR=0x00;
GIFR=0x20;

// Timer(s)/Counter(s) Interrupt(s)
initialization
TIMSK=0x41;

// USART initialization
// USART disabled
UCSRB=0x00;

// Analog Comparator initialization
// Analog Comparator: Off
// Analog Comparator Input Capture by
Timer/Counter 1: Off
ACSR=0x80;
SFIO=0x00;

// ADC initialization
// ADC disabled
ADCSRA=0x00;

// SPI initialization
// SPI disabled
SPCR=0x00;

// TWI initialization
// TWI disabled
TWCR=0x00;

// Alphanumeric LCD initialization
// Connections are specified in the
// Project|Configure|C
Compiler|Libraries|Alphanumeric LCD
menu:
// RS - PORTC Bit 0
// RD - PORTC Bit 1
// EN - PORTC Bit 2
// D4 - PORTC Bit 4
// D5 - PORTC Bit 5
// D6 - PORTC Bit 6
// D7 - PORTC Bit 7
// Characters/line: 16
lcd_init(16);

// Global enable interrupts
asm("sei")

PORTD.2=0;
PORTD.5=0;
PORTD.6=0;
speed_vexta=0;
nilai_angka = 100;
while (1)
{
    // Place your code here
    //tampil_kecepatan();

    set();
}
}

```

Lampiran 5
Berkas Penelitian

Lampiran 5.1. Validasi Instrumen

Lampiran 5.2. Validasi Media Pembelajaran

Lampiran 5.3. Validasi Materi Pembelajaran

Lampiran 5.4. Surat Keputusan Pelaksanaan TAS

Lampiran 5.5. Surat Izin Penelitian

Lampiran 5.6. Kartu Bimbingan

Lampiran 5.1. Validasi Instrumen

SURAT PERMOHONAN VALIDASI INSTRUMEN PENELITIAN

Hal : Permohonan Validasi Instrumen TAS
Lampiran : 1 Bendel

Kepada Yth.
Bapak Ketut Ima Ismara, M.Pd, M.Kes.
Dosen Jurusan Pendidikan Teknik Elektro
Di Fakultas Teknik UNY

Sehubungan dengan rencana pelaksanaan Tugas Akhir Skripsi (TAS), dengan ini saya :

Nama : Ulfina Diniyanti
NIM : 11518244013
Program Studi : Pendidikan Teknik Mekatronika
Judul TAS : Pengembangan Media Pembelajaran Sistem Kendali Fuzzy Kecepatan Motor DC sebagai Modul Robotika

dengan hormat mohon Bapak berkenan memberikan validasi terhadap instrumen penelitian TAS yang telah saya susun. Sebagai bahan pertimbangan, bersama ini saya lampirkan: (1) Proposal TAS, (2) Kisi-kisi Instrumen Penelitian TAS, dan (3) Draft Instrumen Penelitian TAS.

Demikian permohonan saya, atas bantuan dan perhatian Bapak diucapkan terima kasih.

Yogyakarta, 20 Okt 2016

Pemohon,



Ulfina Diniyanti

NIM. 11518244013

Kaprodi Pendidikan Teknik Mekatronika,



Herlambang Sigit Pramono, S.T., M.Cs.

NIP. 19650829 199903 1 001

Mengetahui,

Pembimbing TAS,



Herlambang Sigit Pramono, S.T., M.Cs.

NIP. 19801203 200501 1 003

Hasil Validasi Instrumen Penelitian TAS

Nama Mahasiswa : Ulfina Diniyanti
NIM : 11518244013
Judul TAS : Pengembangan Media Pembelajaran Sistem Kendali Fuzzy Kecepatan Motor DC sebagai Modul Robotika

No	Bagian yang di Revisi	Saran/Tanggapan
1	Kisi-kisi	Kata tingkat terlalu umum. digantikan dengan menyeringkan, sedehana, dan engonau
Komentar Umum/Lain-lain:		

Yogyakarta,

Validator,



Ketut Ima Ismara, M.Pd., M.Kes.
NIP. 19610911 199001 1 001

**SURAT PERNYATAAN VALIDASI
INSTRUMEN PENELITIAN TUGAS AKHIR SKRIPSI**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ketut Ima Ismara, M.Pd., M.Kes.
NIP : 19610911 199001 1 001
Jurusan : Pendidikan Teknik Elektro

menyatakan bahwa instrumen penelitian TAS atas nama mahasiswa:

Nama : Ulfina Diniyanti
NIM : 11518244013
Program Studi : Pendidikan Teknik Mekatronika
Judul TAS : Pengembangan Media Pembelajaran Sistem Kendali *Fuzzy* Kecepatan
Motor DC sebagai Modul Robotika

Setelah dilakukan kajian atas instrumen penelitian TAS tersebut dapat dinyatakan:

- ☐ Layak digunakan untuk penelitian
☒ Layak digunakan dengan perbaikan
☐ Tidak layak digunakan untuk penelitian yang bersangkutan
Dengan saran/perbaikan sebagaimana terlampir.

Demikian agar dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta,

Validator,



Ketut Ima Ismara, M.Pd., M.Kes.
NIP. 19610911 199001 1 001

Catatan :

☐ Beri tanda ✓

R

SURAT PERMOHONAN VALIDASI INSTRUMEN PENELITIAN

Hai : Permohonan Validasi Instrumen TAS
Lampiran : 1 Bendel

Kepada Yth.
Bapak Dr. Edy Supriyadi
Dosen Jurusan Pendidikan Teknik Elektro
Di Fakultas Teknik UNY

Sehubungan dengan rencana pelaksanaan Tugas Akhir Skripsi (TAS), dengan ini saya :

Nama : Ulfina Diniyanti
NIM : 11518244013
Program Studi : Pendidikan Teknik Mekatronika
Judul TAS : Pengembangan Media Pembelajaran Sistem Kendali Fuzzy Kecepatan Motor DC sebagai Modul Robotika

dengan hormat mohon Bapak berkenan memberikan validasi terhadap instrumen penelitian TAS yang telah saya susun. Sebagai bahan pertimbangan, bersama ini saya lampirkan: (1) Proposal TAS, (2) Kisi-kisi Instrumen Penelitian TAS, dan (3) Draft Instrumen Penelitian TAS.

Demikian permohonan saya, atas bantuan dan perhatian Bapak diucapkan terima kasih.

Yogyakarta, 20 Okt 2016

Pemohon,

Ulfina Diniyanti

Ulfina Diniyanti

NIM. 11518244013

Kaprodi Pendidikan Teknik Mekatronika,

Herlambang Sigit Pramono

Herlambang Sigit Pramono, S.T., M.Cs.

NIP. 19650829 199903 1 001

Mengetahui,

Pembimbing TAS,

Herlambang Sigit Pramono

Herlambang Sigit Pramono, S.T., M.Cs.

NIP. 19801203 200501 1 003

Hasil Validasi Instrumen Penelitian TAS

Nama Mahasiswa : Ulfina Diniyanti

NIM : 11518244013

Judul TAS : Pengembangan Media Pembelajaran Sistem Kendali Fuzzy Kecepatan Motor DC sebagai Modul Robotika

No	Bagian yang di Revisi	Saran/Tanggapan
1	Kisi Instrumen	Sesuaikan dg Kajian Pustaka. (masih relatif sederhana → lengkap)
2	Butir Instrumen	1. perbaiki butir pernyataan → hindarilah 2. Perlu butir pernyataan 'negatif'
3	model dan jawaban	3. Sebaiknya butir pernyataan dipisah (Sesuai - Sesuai)
Komentar Umum/Lain-lain:		

Yogyakarta,

Validasi



NIP. 19641003 198703 1 000

**SURAT PERNYATAAN VALIDASI
INSTRUMEN PENELITIAN TUGAS AKHIR SKRIPSI**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dr. Edy Supriyadi
NIP : 19611003 198703 1 002
Jurusan : Pendidikan Teknik Elektro

menyatakan bahwa instrumen penelitian TAS atas nama mahasiswa:

Nama : Ulfina Diniyanti
NIM : 11518244013
Program Studi : Pendidikan Teknik Mekatronika
Judul TAS : Pengembangan Media Pembelajaran Sistem Kendali *Fuzzy* Kecepatan Motor DC sebagai Modul Robotika

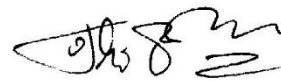
Setelah dilakukan kajian atas instrumen penelitian TAS tersebut dapat dinyatakan:

- ☐ Layak digunakan untuk penelitian
☒ Layak digunakan dengan perbaikan
☐ Tidak layak digunakan untuk penelitian yang bersangkutan
Dengan saran/perbaikan sebagaimana terlampir.

Demikian agar dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta,

Validator,



Dr. Edy Supriyadi
NIP. 19611003 198703 1 002

Catatan :

☐ Beri tanda ✓

Lampiran 5.2. Validasi Media Pembelajaran

SURAT PERMOHONAN VALIDASI INSTRUMEN MEDIA PEMBELAJARAN

Hal : Permohonan Validasi Instrumen TAS
Lampiran : 1 Bendel

Kepada Yth.

Bapak Andik Asmara, S.Pd., M.Pd.

Dosen Jurusan Pendidikan Teknik Elektro

Di Fakultas Teknik UNY

Sehubungan dengan rencana pelaksanaan Tugas Akhir Skripsi (TAS), dengan ini saya :

Nama : Ulfina Diniyanti

NIM : 11518244013

Program Studi : Pendidikan Teknik Mekatronika

Judul TAS : Pengembangan Media Pembelajaran Sistem Kendali *Fuzzy* Kecepatan Motor DC sebagai Modul Robotika

dengan hormat mohon Bapak berkenan memberikan validasi terhadap instrumen media pembelajaran yang telah saya susun. Sebagai bahan pertimbangan, bersama ini saya lampirkan: (1) Proposal TAS, (2) Kisi-kisi Instrumen Penelitian TAS, dan (3) Draft Instrumen media pembelajaran.

Demikian permohonan saya, atas bantuan dan perhatian Bapak diucapkan terima kasih.

Yogyakarta, 20 Okt 2016

Pemohon,



Ulfina Diniyanti

NIM. 11518244013

Kaprodi Pendidikan Teknik Mekatronika,



Herlambang Sigit Pramono, S.T., M.Cs.

NIP. 19650829 199903 1 001

Mengetahui,

Pembimbing TAS,



Herlambang Sigit Pramono, S.T., M.Cs.

NIP. 19801203 200501 1 003

SURAT PERNYATAAN VALIDASI
INSTRUMEN MEDIA PEMBELAJARAN TUGAS AKHIR SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Andik Asmara, S.Pd., M.Pd.
NIP : 11510860908616
Jurusan : Pendidikan Teknik Elektro

menyatakan bahwa instrumen penelitian TAS atas nama mahasiswa:

Nama : Ulfina Diniyanti
NIM : 11518244013
Program Studi : Pendidikan Teknik Mekatronika
Judul TAS : Pengembangan Media Pembelajaran Sistem Kendali Fuzzy Kecepatan Motor DC sebagai Modul Robotika


Setelah dilakukan kajian atas instrumen penelitian TAS tersebut dapat dinyatakan:

- ☐ Layak digunakan untuk penelitian
☒ Layak digunakan dengan perbaikan
☐ Tidak layak digunakan untuk penelitian yang bersangkutan
Dengan saran/perbaikan sebagaimana terlampir.

Demikian agar dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 18 September 2017

Validator,


Andik Asmara, S.Pd., M.Pd.
NIP. 11510860908616

Catatan :

☐ Beri tanda ✓

LEMBAR ANGKET MEDIA PEMBELAJARAN

Petunjuk Pengisian Angket

1. Angket ini dimaksudkan untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu sebagai ahli media penilaian tentang "PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN SISTEM KENDALI FUZZY KECEPATAN MOTOR DC SEBAGAI MODUL ROBOTIKA".
2. Saran dan masukan Bapak/Ibu akan sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan media pembelajaran ini.
3. Bapak/Ibu diharapkan memilih salah satu kemungkinan jawaban pada setiap pernyataan yang tersedia dengan memberikan TANDA CENTANG (✓) pada kolom jawaban.

No	PERNYATAAN	PILIHAN JAWABAN				
		1	2	3	4	5
1.	Penggunaan media pembelajaran membantu pembelajaran robotika.				✓	

4. Jika Bapak/Ibu ingin mengubah jawaban, maka Bapak/Ibu dapat memberikan tanda MINUS (-) pada pilihan jawaban yang akan diganti dan memberikan TANDA CENTANG(✓) pada kolom penggantinya.

No	PERNYATAAN	PILIHAN JAWABAN				
		1	2	3	4	5
1.	Penggunaan media pembelajaran membantu pembelajaran robotika.			✓	✓	

5. Keterangan pilihan jawaban :
 1. Sangat Tidak Setuju
 2. Tidak Setuju
 3. Kurang Setuju
 4. Setuju
 5. Sangat Setuju
6. Komentar atau saran Bapak/Ibu silakan ditulis pada lembar yang telah disediakan. Apabila tempat yang disediakan tidak mencukupi dapat ditulis pada kertas tambahan yang telah disediakan.

Atas kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi angket ini, saya ucapkan terima kasih.

1. Tabel Pernyataan Uji Media Pembelajaran

No	PERNYATAAN	PILIHAN JAWABAN				
		1	2	3	4	5
Aspek Kemanfaatan Media						
1.	Penggunaan media pembelajaran membantu pembelajaran robotika.				✓	
2.	Penggunaan media pembelajaran meningkatkan kualitas pembelajaran robotika.				✓	
3.	Penggunaan media pembelajaran menyulitkan pendidik dalam menyampaikan materi ajar.	✓				
4.	Pendidik dapat menarik perhatian peserta didik dengan menggunakan media pembelajaran.					✓
5.	Penggunaan media pembelajaran memberi motivasi belajar peserta didik.				✓	
6.	Penggunaan media pembelajaran membantu peserta didik dalam memahami pelajaran.				✓	
7.	Materi media pembelajaran sistem kendali kecepatan motor DC tidak berhubungan dengan materi mata kuliah lain.	✓				
8.	Materi media pembelajaran sistem kendali kecepatan motor DC melengkapi materi mata kuliah lain.				✓	
Aspek Rekayasa Perangkat Media Pembelajaran						
9.	Penggunaan <i>software</i> pemrograman pada media pembelajaran mudah untuk dipelajari.				✓	
10.	Penggunaan <i>software</i> pemrograman umum digunakan oleh banyak orang.			✓		
11.	Perangkat keras yang digunakan sulit dipahami.		✓			
12.	Perangkat keras pada media pembelajaran sistem kendali kecepatan motor DC umum digunakan oleh banyak orang.			✓		
13.	Kualitas konstruksi perangkat keras media pembelajaran buruk.			✓		
14.	Tata letak komponen media pembelajaran				✓	

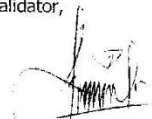
	jelas.					
15.	Fungsi dari setiap aktuator pada media pembelajaran bekerja dengan baik.				✓	
16.	Fungsi tiap sensor pada media pembelajaran bekerja baik.				✓	
17.	Kualitas bahan pada konstruksi media pembelajaran baik.				✓	
18.	Kualitas komponen elektronik pada media pembelajaran baik.				✓	
Aspek Komunikasi Visual						
19.	Pengoperasian media pembelajaran mudah.				✓	
20.	Tampilan media pembelajaran sistem kendali kecepatan motor DC menarik.				✓	
21.	Media pembelajaran meningkatkan rasa ingin tahu pada pengguna.				✓	
22.	Media pembelajaran tidak komunikatif.		✓			
23.	Media pembelajaran sesuai dengan sasaran				✓	

2. Komentarisaran:

1. Keterangan pengubahan kata / istilah pada objek
2. Ganti dari 1 ke 2
3. Ganti dari 1 ke 2
4. Ganti dari 1 ke 2
5. Ganti dari 1 ke 2
6. Ganti dari 1 ke 2

Yogyakarta, 18 September 2012

Validator,



Andik Asmara, S.Pd., M.Pd.
NIP. 11510860908616

SURAT PERMOHONAN VALIDASI INSTRUMEN MEDIA PEMBELAJARAN

Hal : Permohonan Validasi Instrumen TAS
Lampiran : 1 Bendel

Kepada Yth.
Bapak Yuwono Indro Hatmojo, S.Pd., M.Eng
Dosen Jurusan Pendidikan Teknik Elektro
Di Fakultas Teknik UNY

Sehubungan dengan rencana pelaksanaan Tugas Akhir Skripsi (TAS), dengan ini saya :

Nama : Ulfina Diniyanti
NIM : 11518244013
Program Studi : Pendidikan Teknik Mekatronika
Judul TAS : Pengembangan Media Pembelajaran Sistem Kendali Fuzzy Kecepatan Motor DC sebagai Modul Robotika

dengan hormat mohon Bapak berkenan memberikan validasi terhadap instrumen media pembelajaran yang telah saya susun. Sebagai bahan pertimbangan, bersama ini saya lampirkan: (1) Proposal TAS, (2) Kisi-kisi Instrumen Penelitian TAS, dan (3) Draft Instrumen media pembelajaran.

Demikian permohonan saya, atas bantuan dan perhatian Bapak diucapkan terima kasih.

Yogyakarta, 20 Okt 2016

Pemohon,



Ulfina Diniyanti

NIM. 11518244013

Kaprodi Pendidikan Teknik Mekatronika,



Herlambang Sigit Pramono, S.T., M.Cs.

NIP. 19650829 199903 1 001

Mengetahui,

Pembimbing TAS,



Herlambang Sigit Pramono, S.T., M.Cs.

NIP. 19801203 200501 1 003

LEMBAR ANGKET MEDIA PEMBELAJARAN

Petunjuk Pengisian Angket

1. Angket ini dimaksudkan untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu sebagai ahli media penilaian tentang "PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN SISTEM KENDALI FUZZY KECEPATAN MOTOR DC SEBAGAI MODUL ROBOTIKA".
2. Saran dan masukan Bapak/Ibu akan sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan media pembelajaran ini.
3. Bapak/Ibu diharapkan memilih salah satu kemungkinan jawaban pada setiap pernyataan yang tersedia dengan memberikan TANDA CENTANG (✓) pada kolom jawaban.

No	PERNYATAAN	PILIHAN JAWABAN			
		STS	TS	S	SS
1.	Penggunaan media pembelajaran membantu pembelajaran robotika.				✓

4. Jika Bapak/Ibu ingin mengubah jawaban, maka Bapak/Ibu dapat memberikan tanda MINUS (-) pada pilihan jawaban yang akan diganti dan memberikan TANDA CENTANG(✓) pada kolom penggantinya.

No	PERNYATAAN	PILIHAN JAWABAN			
		STS	TS	S	SS
1.	Penggunaan media pembelajaran membantu pembelajaran robotika.			✓	✓

5. Keterangan pilihan jawaban :
STS : Sangat Tidak Setuju
TS : Tidak Setuju
S : Setuju
SS : Sangat Setuju
6. Komentar atau saran Bapak/Ibu silakan ditulis pada lembar yang telah disediakan. Apabila tempat yang disediakan tidak mencukupi dapat ditulis pada kertas tambahan yang telah disediakan.

Atas kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi angket ini, saya ucapkan terima kasih.

SURAT PERNYATAAN VALIDASI
INSTRUMEN MEDIA PEMBELAJARAN TUGAS AKHIR SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yuwono Indro Hatmojo, S.Pd., M.Eng.
NIP : 19760720200112 1 002
Jurusan : Pendidikan Teknik Elektro

menyatakan bahwa instrumen penelitian TAS atas nama mahasiswa:

Nama : Ulfina Diniyanti
NIM : 11518244013
Program Studi : Pendidikan Teknik Mekatronika
Judul TAS : Pengembangan Media Pembelajaran Sistem Kendali *Fuzzy* Kecepatan
Motor DC sebagai Modul Robotika

Setelah dilakukan kajian atas instrumen penelitian TAS tersebut dapat dinyatakan:

- ☐ Layak digunakan untuk penelitian
☒ Layak digunakan dengan perbaikan
☐ Tidak layak digunakan untuk penelitian yang bersangkutan
Dengan saran/perbaikan sebagaimana terlampir.

Demikian agar dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta,

Validator,



Yuwono Indro Hatmojo, S.Pd., M.Eng.
NIP. 19760720200112 1 002

Catatan :

☐ Beri tanda ✓

1. Tabel Pernyataan Uji Media Pembelajaran

No	PERNYATAAN	PILIHAN JAWABAN			
		STS	TS	S	SS
1.	Penggunaan media pembelajaran membantu pembelajaran robotika.			✓	
2.	Penggunaan media pembelajaran meningkatkan kualitas pembelajaran robotika.				✓
3.	Penggunaan media pembelajaran mempermudah pendidik dalam menyampaikan materi ajar.			✓	
4.	Pendidik dapat menarik perhatian peserta didik dengan menggunakan media pembelajaran.			✓	
5.	Penggunaan media pembelajaran tidak memberi motivasi belajar peserta didik.		✓		
6.	Penggunaan media pembelajaran membantu peserta didik dalam memahami pelajaran.			✓	
7.	Materi media pembelajaran sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC berhubungan dengan materi mata kuliah lain.			✓	
8.	Materi media pembelajaran sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC melengkapi materi mata kuliah lain.			✓	
9.	Komponen perangkat keras yang digunakan sudah lengkap			✓	
10.	Pengaturan tata letak port dan tombol pada perangkat keras sistem kendali mudah digunakan.			✓	
11.	Penulisan keterangan notasi port dan tombol pada perangkat keras sistem kendali sudah lengkap.			✓	
12.	Penggunaan komponen pada perangkat keras umum digunakan pada rangkaian elektronik.			✓	
13.	Kualitas konstruksi perangkat keras sistem kendali buruk.		✓		

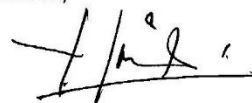
14.	Penggunaan komponen pada perangkat keras sistem kendali sudah sesuai dengan fungsinya.			✓	
15.	Masing-masing komponen pada perangkat keras sistem kendali dapat bekerja dengan baik.			✓	
16.	Tidak terjadi <i>error</i> saat perangkat keras sistem kendali dijalankan.			✓	
17.	Kualitas bahan pada konstruksi media pembelajaran baik.			✓	
18.	Kualitas komponen elektronik pada media pembelajaran baik.			✓	
19.	Pengoperasian media pembelajaran fuzzy kecepatan motor DC mudah dilakukakn.			✓	
20.	Tampilan media pembelajaran sistem kendali tidak menarik.	✓			
21.	Media pembelajaran fuzzy kecepatan motor DC meningkatkan rasa ingin tahu pada pengguna.			✓	
22.	Media pembelajaran fuzzy kecepatan motor DC lebih sulit digunakan dengan adanya <i>jobsheet</i> .	✓			
23.	Media pembelajaran fuzzy kecepatan motor DC sesuai dengan sasaran.			✓	

2. Komentarisaran:

- Disarankan manual book.
- Disarankan keterangan modul port downloader
- Tambahkan step bahan ala.

Yogyakarta,

Validator,



Yuwono Indro Hatmojo, S.Pd., M.Eng.
NIP. 19760720200112 1 002

Lampiran 5.3. Validasi Materi Pembelajaran

SURAT PERMOHONAN VALIDASI INSTRUMEN MATERI PEMBELAJARAN

Hal : Permohonan Validasi Instrumen Materi Pembelajaran
Lampiran : 1 Bendel

Kepada Yth.

Bapak Sigit Yatmono, S.T., M.T.

Dosen Jurusan Pendidikan Teknik Elektro

Di Fakultas Teknik UNY

Sehubungan dengan rencana pelaksanaan Tugas Akhir Skripsi (TAS), dengan ini saya :

Nama : Ulfina Diniyanti
NIM : 11518244013
Program Studi : Pendidikan Teknik Mekatronika
Judul TAS : Pengembangan Media Pembelajaran Sistem Kendali *Fuzzy* Kecepatan Motor DC sebagai Modul Robotika

dengan hormat mohon Bapak berkenan memberikan validasi terhadap instrumen materi pembelajaran yang telah saya susun. Sebagai bahan pertimbangan, bersama ini saya lampirkan: (1) Proposal TAS, (2) Kisi-kisi Instrumen Materi Pembelajaran, dan (3) Draft Instrumen Materi Pembelajaran.

Demikian permohonan saya, atas bantuan dan perhatian Bapak diucapkan terima kasih.

Yogyakarta, 20/2/2017
Pemohon,



Ulfina Diniyanti

NIM. 11518244013

Kaprodi Pendidikan Teknik Mekatronika,



Herlambang Sigit Pramono, S.T., M.Cs.

NIP. 19650829 199903 1 001

Mengetahui,

Pembimbing TAS,



Herlambang Sigit Pramono, S.T., M.Cs.

NIP. 19801203 200501 1 003

**SURAT PERNYATAAN VALIDASI
INSTRUMEN MATERI PEMBELAJARAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sigit Yatmono, S.T., M.T.
NIP : 19730125 199903 1 001
Jurusan : Pendidikan Teknik Elektro

menyatakan bahwa instrumen materi pembelajaran atas nama mahasiswa:

Nama : Ulfina Diniyanti
NIM : 11518244013
Program Studi : Pendidikan Teknik Mekatronika
Judul TAS : Pengembangan Media Pembelajaran Sistem Kendali *Fuzzy* Kecepatan
Motor DC sebagai Modul Robotika

Setelah dilakukan kajian atas instrumen materi pembelajaran tersebut dapat dinyatakan:

- ☐ Layak digunakan untuk penelitian
☒ Layak digunakan dengan perbaikan
☐ Tidak layak digunakan untuk penelitian yang bersangkutan
Dengan saran/perbaikan sebagaimana terlampir.

Demikian agar dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 22 - 8 - 2018

Validator,



Sigit Yatmono, S.T., M.T.
NIP. 19730125 199903 1 001

Catatan :

☐ Beri tanda ✓

LEMBAR ANGKET MEDIA PEMBELAJARAN

Petunjuk Pengisian Angket

1. Angket ini dimaksudkan untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu sebagai ahli materi tentang "PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN SISTEM KENDALI FUZZY KECEPATAN MOTOR DC SEBAGAI MODUL ROBOTIKA".
2. Saran dan masukan Bapak/Ibu akan sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan media pembelajaran ini.
3. Bapak/Ibu diharapkan memilih salah satu kemungkinan jawaban pada setiap pernyataan yang tersedia dengan memberikan TANDA CENTANG (✓) pada kolom jawaban.

No	PERNYATAAN	PILIHAN JAWABAN				
		1	2	3	4	5
1.	Penggunaan media pembelajaran membantu pembelajaran robotika.				✓	

4. Jika Bapak/Ibu ingin mengubah jawaban, maka Bapak/Ibu dapat memberikan tanda MINUS (-) pada pilihan jawaban yang akan diganti dan memberikan TANDA CENTANG(✓) pada kolom penggantinya.

No	PERNYATAAN	PILIHAN JAWABAN				
		1	2	3	4	5
1.	Penggunaan media pembelajaran membantu pembelajaran robotika.			✓	✓	

5. Keterangan pilihan jawaban :
 1. Sangat Tidak Setuju
 2. Tidak Setuju
 3. Kurang Setuju
 4. Setuju
 5. Sangat Setuju
6. Komentar atau saran Bapak/Ibu silakan ditulis pada lembar yang telah disediakan. Apabila tempat yang disediakan tidak mencukupi dapat ditulis pada kertas tambahan yang telah disediakan.

Atas kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi angket ini, saya ucapkan terima kasih.

1. Tabel Pernyataan Uji Materi Pembelajaran

No.	PERNYATAAN	PILIHAN JAWABAN				
		1	2	3	4	5
Aspek Relevansi Materi Ajar						
1.	Materi pembelajaran sesuai dengan silabus.				✓	
2.	Media pembelajaran relevan dengan mata kuliah robotika.					✓
3.	Materi ajar sensor kecepatan diuraikan dengan jelas.				✓	
4.	Materi penggunaan sensor dan aktuator diuraikan dengan jelas.				✓	
5.	Materi metode pengukuran kecepatan motor DC diuraikan dengan jelas.				✓	
6.	Materi logika fuzzy yang berhubungan dengan media pembelajaran diuraikan dengan jelas.				✓	
7.	Materi sistem kendali menggunakan fuzzy diuraikan dengan jelas.				✓	
8.	Materi algoritma pemrograman pada sensor kecepatan diuraikan dengan jelas.				✓	
9.	Materi algoritma pemrograman logika fuzzy sebagai pengendali kecepatan diuraikan dengan jelas				✓	
10.	Materi penggunaan motor DC dan algoritma pemrogramannya diuraikan dengan jelas.					✓
11.	Materi ajar yang disampaikan menggunakan media pembelajaran menarik bagi peserta didik.					✓
12.	Materi ajar mengenai sensor kecepatan menggunakan media pembelajaran cakupannya luas.				✓	
13.	Materi ajar mengenai sistem kendali fuzzy menggunakan media pembelajaran cakupannya luas.				✓	

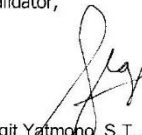
14.	Materi ajar yang disampaikan menggunakan media pembelajaran sesuai dengan kebutuhan peserta didik saat ini.					✓
-----	---	--	--	--	--	---

2. Komentarisaran:

- * Pada langkah kerja no. 8 mohon dituliskan spesifikasi nama program di komputer yg harus di kerjakan
- * Mohon ditambahkan gambar screen shoot tampilan LCP yg menunjukkan kecepatan akses
- * Perlu ditambahkan tabel perbandingan antara tabel uji 1 dan 2 yang nampak efek dari handling freze nya

Yogyakarta, 30-8-2017

Validator,


Sigit Yatmoko, S.T., M.T.
NIP. 19730125 199903 1 001

SURAT PERMOHONAN VALIDASI INSTRUMEN MATERI PEMBELAJARAN

Hal : Permohonan Validasi Instrumen Materi Pembelajaran
Lampiran : 1 Bendel

Kepada Yth.
Bapak Totok Heru Tri Maryadi, M.Pd.
Dosen Jurusan Pendidikan Teknik Elektro
Di Fakultas Teknik UNY

Sehubungan dengan rencana pelaksanaan Tugas Akhir Skripsi (TAS), dengan ini saya :

Nama : Ulfina Diniyanti
NIM : 11518244013
Program Studi : Pendidikan Teknik Mekatronika
Judul TAS : Pengembangan Media Pembelajaran Sistem Kendali *Fuzzy* Kecepatan Motor DC sebagai Modul Robotika

dengan hormat mohon Bapak berkenan memberikan validasi terhadap instrumen materi pembelajaran yang telah saya susun. Sebagai bahan pertimbangan, bersama ini saya lampirkan: (1) Proposal TAS, (2) Kisi-kisi Instrumen Materi Pembelajaran, dan (3) Draft Instrumen Materi Pembelajaran.

Demikian permohonan saya, atas bantuan dan perhatian Bapak diucapkan terima kasih.

Yogyakarta, 20 Okt 2016

Pemohon,



Ulfina Diniyanti

NIM. 11518244013

Kaprodi Pendidikan Teknik Mekatronika,



Herlambang Sigit Pramono, S.T., M.Cs.

NIP. 19650829 199903 1 001

Mengetahui,

Pembimbing TAS,



Herlambang Sigit Pramono, S.T., M.Cs.

NIP. 19801203 200501 1 003

**SURAT PERNYATAAN VALIDASI
INSTRUMEN MATERI PEMBELAJARAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Totok Heru Tri Maryadi, M.Pd.
NIP : 19680406 199303 1 001
Jurusan : Pendidikan Teknik Elektro

menyatakan bahwa instrumen materi pembelajaran atas nama mahasiswa:

Nama : Ulfina Diniyanti
NIM : 11518244013
Program Studi : Pendidikan Teknik Mekatronika
Judul TAS : Pengembangan Media Pembelajaran Sistem Kendali *Fuzzy* Kecepatan
Motor DC sebagai Modul Robotika

Setelah dilakukan kajian atas instrumen materi pembelajaran tersebut dapat dinyatakan:

- ☐ Layak digunakan untuk penelitian
☒ Layak digunakan dengan perbaikan
☐ Tidak layak digunakan untuk penelitian yang bersangkutan
Dengan saran/perbaikan sebagaimana terlampir.

Demikian agar dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, ...7-09-2017

Validator,



Totok Heru Tri Maryadi, M.Pd.
NIP. 19680406 199303 1 001

Catatan :

☐ Beri tanda ✓

LEMBAR ANGKET MATERI PEMBELAJARAN

Petunjuk Pengisian Angket

1. Angket ini dimaksudkan untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu sebagai ahli materi tentang "PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN SISTEM KENDALI FUZZY KECEPATAN MOTOR DC SEBAGAI MODUL ROBOTIKA".
2. Saran dan masukan Bapak/Ibu akan sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan media pembelajaran ini.
3. Bapak/Ibu diharapkan memilih salah satu kemungkinan jawaban pada setiap pernyataan yang tersedia dengan memberikan TANDA CENTANG (✓) pada kolom jawaban.

No	PERNYATAAN	PILIHAN JAWABAN			
		STS	TS	S	SS
1.	Penggunaan media pembelajaran membantu pembelajaran robotika.				✓

4. Jika Bapak/Ibu ingin mengubah jawaban, maka Bapak/Ibu dapat memberikan tanda MINUS (-) pada pilihan jawaban yang akan diganti dan memberikan TANDA CENTANG(✓) pada kolom penggantinya.

No	PERNYATAAN	PILIHAN JAWABAN			
		STS	TS	S	SS
1.	Penggunaan media pembelajaran membantu pembelajaran robotika.			✓	✓

5. Keterangan pilihan jawaban :
STS : Sangat Tidak Setuju
TS : Tidak Setuju
S : Setuju
SS : Sangat Setuju
6. Komentar atau saran Bapak/Ibu silakan ditulis pada lembar yang telah disediakan. Apabila tempat yang disediakan tidak mencukupi dapat ditulis pada kertas tambahan yang telah disediakan.

Atas kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi angket ini, saya ucapkan terima kasih.

1. Tabel Pernyataan Uji Materi Pembelajaran

No.	PERNYATAAN	PILIHAN JAWABAN			
		STS	TS	S	SS
Aspek Relevansi materi					
1.	Materi pembelajaran sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC sesuai dengan silabus.				✓
2.	Media pembelajaran sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC dapat digunakan untuk alat bantu untuk meningkatkan kompetensi pada mata kuliah robotika.				✓
3.	Media pembelajaran sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC mendukung proses pembelajaran.			✓	
4.	Media pembelajaran sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC memberikan pengetahuan baru tentang logika fuzzy dapat digunakan sebagai sistem kendali kecepatan dengan bantuan mikrokontroler.			✓	
5.	Media pembelajaran sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC memberikan pemahaman tentang pemrograman kecepatan motor DC menggunakan mikrokontroler.			✓	
6.	Materi dalam <i>jobsheet</i> sesuai dengan silabus.			✓	
7.	Materi dalam <i>jobsheet</i> menjelaskan tentang hubungan logika fuzzy dengan sistem kendali kecepatan.			✓	
8.	<i>Jobsheet</i> menyajikan langkah-langkah pengoperasian media pembelajaran sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC dengan baik.				✓
9.	Ilustrasi dalam <i>jobsheet</i> sulit dipahami.		✓		

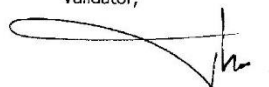
10.	<i>Jobsheet</i> tidak memiliki keruntutan materi yang baik.	✓			
11.	<i>Jobsheet</i> memiliki keterkaitan yang baik dengan media pembelajaran sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC.			✓	
12.	Contoh pemrograman mikrokontroler dalam <i>jobsheet</i> mudah dipahami.			✓	
13.	Contoh pemrograman mikrokontroler dalam <i>jobsheet</i> mudah dipraktikkan.			✓	
14.	Soal latihan dalam <i>jobsheet</i> sudah sesuai dengan materi yang disampaikan.				✓
15.	Tata bahasa dalam <i>jobsheet</i> mudah dipahami peserta didik.			✓	
Aspek Kemanfaatan					
16.	Penggunaan media pembelajaran sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC mempersulit pendidik dalam penyampaian materi.	✓			
17.	Penggunaan media pembelajaran sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC mempermudah peserta didik dalam memahami materi yang disampaikan.			✓	
18.	Penggunaan media pembelajaran sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC menumbuhkan semangat belajar peserta didik.				✓
19.	Penggunaan media pembelajaran sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC memberikan pengalaman baru bagi peserta didik.				✓

2. Komentor/saran:

1. Sistematika jobsheet perlu direvisi sesuai saran pd makalah.
2. Jobsheet perlu ditambah sesuai dg saran waliy tatap muka.
- 3.

Yogyakarta, 7 Sept 2017.

Validator,



Totok Heru Tri Maryadi, M.Pd.
NIP. 19680406 199303 1 001

Lampiran 5.4. Surat Keputusan Pelaksanaan TAS

**KEPUTUSAN DEKAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA.
NOMOR : 03A/MEKA/TA-S1/I/2016**

**TENTANG
PENGANGKATAN PEMBIMBING TUGAS AKHIR SKRIPSI S1
BAGI MAHASISWA FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

- Menimbang : 1. Bahwa sehubungan dengan telah dipenuhinya persyaratan untuk penulisan Tugas Akhir Skripsi bagi mahasiswa F.T. UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA, perlu diangkat pembimbing.
2. Bahwa untuk keperluan dimaksud perlu ditetapkan dengan Keputusan Dekan.
- Mengingat : 1. Undang-Undang RI : Nomor 20 Tahun 2003
2. Peraturan Pemerintah RI : Nomor 60 Tahun 1999
3. Keputusan Presiden RI : a. Nomor 93 Tahun 1999 ; b. Nomor 305 M Tahun 1999
4. Keputusan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan RI Nomor : 274/O/1999
5. Keputusan Menteri Pendidikan Nasional RI : Nomor 003/0/2001
6. Keputusan Rektor UNY : Nomor : 1160/UN34/KP/2011
- Mengingat pula : Keputusan Dekan F.T. UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA Nomor : 483/J.15/KP/2003.


MEMUTUSKAN

- Menetapkan
Pertama : Mengangkat Pembimbing Tugas Akhir Skripsi bagi mahasiswa F.T. UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA yang susunan personalianya sebagai berikut :

Ketua / Pembimbing I Bagi mahasiswa	: Herlambang Sigit Pramono, M.Cs
Nama/No. Mahasiswa	: Ulfina Diniyanti / 11518244013
Jurusan/Prodi	: Pend. Teknik Mekatronika S-1
Judul Tugas Akhir Skripsi	: <i>Pengembangan Media Pembelajaran Sistem Kendali Fuzzy Kecepatan Motor DC Sebagai Modul Praktik Robotika</i>

- Kedua : Dosen pembimbing disertai tugas membimbing penulisan Tugas Akhir Skripsi sesuai dengan pedoman Tugas Akhir Skripsi.
- Ketiga : Keputusan ini berlaku sejak ditetapkan
- Ketiga : Segala sesuatu akan diubah dan dibetulkan sebagaimana mestinya apabila dikemudian hari ternyata terdapat kekeliruan dalam Keputusan ini.

Ditetapkan : di Yogyakarta
Pada tanggal : 5 Januari 2016
Dekan


Dr. Moch. Bruri Triyono
NIP. 19560216 198603 1 003

- Tembusan Yth :**
1. Pembantu Dekan II FT UNY
2. Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Elektro
3. Kasub. Bag. Pendidikan FT UNY
4. Yang bersangkutan.

Lampiran 5.5. Surat Izin Penelitian



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK

Alamat: Karangmalang, Yogyakarta 55281
Telp. (0274) 568168 psw: 276, 289, 292. (0274) 586734. Fax. (0274) 586734:
Website : <http://ft.uny.ac.id>, email : ft@uny.ac.id, teknik@uny.ac.id



Certificate No. QSC 00592

No : 94/H34/PL/2017
Lamp : -
Hal : Ijin Penelitian

26 Januari 2017

Yth.

1 Ketua Prodi Pendidikan Mekatronika UNY

Dalam rangka pelaksanaan Tugas Akhir Skripsi kami mohon dengan hormat bantuan Saudara memberikan ijin untuk melaksanakan penelitian dengan judul Pengembangan Media Pembelajaran Sistem Kendali Fuzzy Kecepatan Motor DC Sebagai Modul Praktik Robotika, bagi Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta tersebut di bawah ini:

No	Nama	No. Mhs.	Program Studi	Lokasi
1.	Ulfina Diniyanti	11518244013	Pend. Teknik Mekatronika	Prodi Pendidikan Mekatronika UNY

Dosen Pembimbing/Dosen Pengampu

Nama : Herlambang Sigit Pramono, ST. M.Cs
NIP : 19650829 199903 1 001

Adapun pelaksanaan penelitian dilakukan mulai Bulan Februari 2017 s/d Maret 2017

Demikian permohonan ini, atas bantuan dan kerjasama yang baik selama ini, kami mengucapkan terima kasih.


Wakil Dekan I,

Moh. Khairudin, Ph.D.


NIP. 19790412 200212 1 002

Tembusan :
Ketua Jurusan

Lampiran 5.6. Kartu Bimbingan



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK




Certificate No. QSC 0592

KARTU BIMBINGAN TUGAS AKHIR

FRM/TKF/72-00
30 Juni 2010

Nama	JULIANA DINIZANTI
NIM	11512244013
Prodi	Pendidikan Teknik Mekatronika
Dosen Pembimbing TA (PA, TAS, TABS):	
	Hersambang Sigit Pranono, S.T., M.Cs
Judul TA/TAS ^{*)} :	Pengembangan Media Pembelajaran
	Sistem Kendali Fuzzy Kecepatan Motor DC sebagai Modul praktik Robotika



*) Coret yang tidak perlu

Lampiran 6
Dokumentasi

Lampiran 6.1. Dokumentasi Uji Coba Operasional

